

Myrskylän Kirkkojärven kunnostussuunnitelma

Anne-Marie Hagman



Myrskylän Kirkkojärven kunnos- tussuunnitelma

Anne-Marie Hagman

Helsinki 2009

Uudenmaan ympäristökeskus



UUDENMAAN
YMPÄRISTÖKESKUS
NYLANDS
MILJÖCENTRAL

UUDENMAAN YMPÄRISTÖKESKUKSEN RAPORTTEJA 18 | 2009
Uudenmaan ympäristökeskus

Kannen taitto: Sari Laine
Kannen kuva: Anne-Marie Hagman

Julkaisu on saatavana myös internetistä:
<http://www.ymparisto.fi/uus/julkaisut>

ISBN 978-952-11-3654-2 (PDF)
ISSN 1796-1742 (verkkokoj.)

SISÄLLYS

1	Johdanto	5
2	Aineisto ja menetelmät.....	6
2.1	Veden laatua kuvaavat tekijät	6
2.2	Kalasto.....	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.
2.3	Kasvillisuus.....	6
2.4	Sedimentti	6
2.5	Kuormituksen laskeminen Kirkkojärvelle	7
2.6	Ulkoisen kuormituksen sietokyvyn arviointi	8
2.7	Sisäisen kuormituksen arviointi	9
3	Kirkkojärven perustila	11
3.1	Veden laatu	11
3.2	Kalasto.....	15
3.3	Kasvillisuus.....	15
3.4	Sedimentti	16
3.5	Kaavoitus	17
4	Kuormitusselvitys	19
4.1	Ulkoinen kuormitus	19
4.2	Sisäinen kuormitus.....	21
5	Tavoitteet	23
6	Mahdollisia menetelmiä Kirkkojärven kunnostamiseen.....	24
6.1	Ulkoisen kuormituksen vähentäminen	24
6.1.1	Maatalouden ulkoinen ravinnekuormitus	24
6.1.2	Haja-asutuksen aiheuttama kuormitus.....	26
6.1.3	Kotieläinten aiheuttama kuormitus	26
6.1.4	Hulevesien aiheuttama kuormitus	27
6.2	Vesikasvien poisto.....	27
6.3	Kalaston hoito.....	29
6.3.1	Tehokalastus.....	29
6.3.2	Rapukannan hoito.....	30
6.3.3	Valtaojien ja purojen kunnostus	31
6.3.4	Kalastuksen järjestäminen ja säätely	31
6.3.5	Kalaston rakenteen seuranta	32
6.4	Happipitoisuuden lisääminen.....	32
6.4.1	Yleistä hapettamisesta	32
6.4.2	Hapettaminen yhtenä Kirkkojärven kunnostusmenetelmänä.....	33
7	Soveltumattomat menetelmät	35
7.1	Vedenpinnan nosto.....	35
7.2	Fosforin kemiallinen saostaminen	35
7.2.1	Rauta- tai alumiiniyhdisteet	35
7.2.2	Happikalkki eli kalsiumperoksidi	35

7.2.3	Phoslock	35
7.3	Sedimentin poistaminen.....	36
8	Seuranta.....	37
9	Yhteenveto	38
	Liitteet.....	41
	Kuvailulehti	47
	Presentationsblad.....	48

1 Johdanto

Uudenmaan ympäristökeskus aloitti kuntakohtaisen järvikunnostusohjelman vuonna 2001. Vuonna 2006 ohjelmaa jatkettiin uudelleen ja mukaan tuli useita kuntia. Koska kysyntä oli kuviteltua suurempaa, jatkettiin ohjelman markkinointia vuonna 2007. Tällöin myös Myrskylän kunta ilmoitti kiinnostuksestaan. Kohteeksi valittiin Kirkkojärvi. Kirkkojärvelle tehdään yhteistyöprojektina perustilan selvitys, kuormitus selvitys ja näihin pohjautuva kunnostussuunnitelma. Kirkkojärven sijainti näkyy kuvassa 1.

Työtä ovat ohjanneet ja/tai kommentoineet Tapio Bergholm (Myrskylän kunta), Tommi Maasilta (Askolan, Myrskylän, Pornaisten ja Pukkilan ympäristönsuojeluyksikkö), Jarmo Vääriskoski, Olli Jaakonaho, Pasi Lempinen ja Sirpa Penttilä (Uudenmaan ympäristökeskus). Raporttiin on sisällytetty Kimmo Heikkilän vuonna 2008 tekemät sedimenttitutkimukset.



Kuva 1. Myrskylän Kirkkojärven sijainti ja valuma-alue. Mittakaava 1 : 100 000. Luvat Maanmittauslaitos lupa nro 7/MLL/09 ja Affecto Finland, Karttakeskus, Lupa L4659.

2 Aineisto ja menetelmät

2.1 Veden laatua kuvaavat tekijät

Vesien yleinen käyttökelpoisuusluokitus kuvaa vesien keskimääräistä veden laatua sekä soveltuvuutta vedenhankintaan, kalavesiksi ja virkistyskäyttöön. Luokkia on viisi: erinomainen, hyvä, tyydyttävä, välttävä ja huono. Kirkkojärven vedenlaatumiedot haettiin ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmästä. Leväkukintailmotukset ja levälajit kerättiin Uudenmaan ympäristökeskuksen levähaittarekisteristä.

Kirkkojärven valuma-alueen määritti Uudenmaan ympäristökeskuksen Jori Hellgren. Martti Kauhanen (Uudenmaan ympäristökeskus) teki varsinaisen digitoinnin. Kalastoa koskevat tiedot saatiin jo julkaistuista raporteista (Penttilä 2000 ja 2002).

2.2 Kasvillisuus

Kirkkojärven kasvillisuuden määritti maastokäynnin perusteella Anne-Marie Hagman. Selvitys koski pääosin ilmaversoisia ja kelluslehtisiä vesikasveja. Upolehtisiä ei etsitty haraamalla, ainoastaan katselemalla. Mukana maastokäynnillä oli ympäristönsuojelusihteeri Tommi Maasilta. Järvi kierrettiin soutamalla osittain ympäri, osa rannoista kiikaroitiin kauempaa. Kasvien esiintymispaikat merkittiin karttaan ja osa esiintymistä valokuvattiin. Kasvit tunnistettiin ainakin suvulle, suurin osa lajilleen asti. Kartoituksessa tarkkailtiin erityisesti, esiintyykö haitallista umpeenkasvua ja mitä lajeja esiintyy, jotta mahdolliset poisto-ohjeet on helpompi antaa. Kirkkojärvi on hyvin samea, minkä vuoksi voitiin olettaa, ettei upolehtisiä vesikasveja esiinny. Kasvillisuusrajat piirrettiin syvyyskäyrillä varustettuun karttaan Myrskylän kunnalta saatujen ilmakuvien perusteella.

2.3 Sedimentti

Kimmo Heikkilä

Sedimenttinäytteenotto suoritettiin kesällä 2008. Näytepiste valittiin saatavissa olleiden syvyyskarttatietojen perusteella järven syvännepohdasta. Limnosedimenttinäytteenotinta käytettiin pintanäytteenotossa. Venäläistä suokairaa käytettiin syvempien näytteiden saamiseen. Saadut näytteet jaettiin paikanpäällä 2 cm:n paksuisiin osanäytteisiin 20 senttimetrin välein. Näytteet pakattiin Minigrip-pusseihin, joista poistettiin ilma mahdollisimman tarkasti ja varastoitettiin Turun yliopiston geologian laitoksen kylmätiloihin.

Näytteiden vesipitoisuus ja orgaanisen aineen määrää kuvaava hehkutushäviö määritettiin Håkansonin ja Janssonin (1983) mukaan. Tuoreet, punnitut näytteet kuivattiin yön yli kuivatuskaapissa ja punnittiin. Orgaanisen aineksen osuuden määrittämiseksi näytteitä hehkutettiin 550°:ssa kahden tunnin ajan, jäähdytettiin eksikaattorissa ja punnittiin.

Sedimentin kokonaisfosforipitoisuuden määrittämiseen käytettiin Bengtssonin ja Enellin (1986) menetelmää, jossa väkevällä suola- ja typpihapolla uutetaan fosfori sedimentistä liuokseen. Fosforin osoittamiseen käytettiin Murphyn ja Rileyn (1962) molybdeeninsinimenetelmää. Fosfori aiheuttaa liuokseen sinisen sävyn, jonka intensiteetti on suoraan verrannollinen fosforin pitoisuuteen. Pitoisuudet määritettiin Hach Odyssey 2500 -spektrofotometrillä. Tämän jälkeen laskettiin

laimennussuhteet huomioiden fosforin määrä milligrammoina 1 grammassa kuivaa sedimenttiä.

2.4 Kuormituksen laskeminen Kirkkojärvelle

Ympäristöhallinnon VEPS-tietojärjestelmä antaa tiedot kolmannen jakovaiheen vesistöalueen tarkkuudella (liite 3). Kirkkojärven osalta tietoja tarkennettiin erikseen. Kirkkojärvelle haettiin kuormituksen laskemista varten VEPSistä ominaiskuormitusluvut sekä fosforille että typelle (taulukko 1).

Taulukko 1. Kirkkojärven kuormituksen arvioinnissa käytetyt ominaiskuormitusluvut (kg/km²/ kg/as) fosforin ja typen osalta. Maatalouden, luonnonhuuhtouman, haja- ja loma-asutuksen, pistekuormituksen ja turvetuotannon keskiarvo on vuosilta 2000 – 2007, metsätalouden, laskeuman ja hulevesien keskiarvo vuosilta 2000 – 2002.

	Fosfori	Typi
Peltoviljely	135,00	1181,17
Metsätalous	0,86	13,69
Laskeuma	8,05	580,03
Luonnonhuuhtouma	6,41	187,97
Hulevesi	1,61	116,01
Haja- ja loma-asutus	0,34	2,16
Pistekuormitus	0	0
Turvetuotanto	0	0

Kirkkojärveen kohdistuvan kuormituksen arvioinnissa käytettiin VEPS-tietojärjestelmästä saatuja tietoja ja karttatarkastelu. Peltoviljelyn osuus valuma-alueella arvioitiin Arc Gis – karttaohjelmalla sähköisten valuma-aluekarttojen avulla.

Haja-asutuksen aiheuttaman kuormituksen arvioinnissa käytettiin VEPSistä saatavia tietoja loma- ja haja-asuntojen määristä. Koska VEPSin rajaama alue on suurempi kuin Kirkkojärven oma valuma-alue, laskettiin asutuksen määrä verrannon avulla. Näin saadut haja- ja loma-asutuksen kuormitusta kuvaavat luvut kerrottiin VEPSistä saadulla ominaiskuormitusluvulla ja laskettiin yhteen.

Metsätalouden kuormitus arvioitiin karttatarkastelun avulla. Metsämaan osuus valuma-alueesta kerrottiin valuma-aluekohtaisella VEPS-tietojärjestelmästä saadulla ominaiskuormitusluvulla. Lisäksi tietoja alueilla tehdyistä metsänhoito-toimenpiteistä haettiin tekijän toimesta paikalliselta metsänhoitoyhdistykseltä.

Luonnonhuuhtoumalle ja laskeumalle haettiin VEPSistä ominaiskuormituslukuarvot. Kirkkojärven valuma-alue on VEPS:in vastaavaa pienempi, joten kuormitus suhteutettiin järven valuma-alueelle. Kirkkojärven valuma-alueesta vähennettiin järven ala luonnonhuuhtoumaa laskettaessa. Laskeuma katsottiin kohdistuvan vain vesialueelle.

Karjatalouden aiheuttaman kuormituksen arvioimiseksi käytettiin Myrskylän kunnalta saatuja tietoja eläinyksiköiden määristä. Karjatalouden fosforikuormitusta arvioitiin laskemalla eläinyksikköä kohden niiden lannassaan tuottama fosforimäärä (taulukko 2). Vuohien kohdalla oletettiin, että laitumelle jää 20 % lannasta. Tällöin laskenta kohdistetaan loppuun 80 %:iin. Tästä on arvioitu huuhtoutuvan n. 6 %. Tyydestä ei ollut samanlaista taulukkoa käytettävissä. Toinen arvio antaa karjatalouden kuormitukseksi 12 kg fosforia ja 80 kg typpeä eläinyksikköä kohden vuo-

nessa. Tästä saadaan näiden väliseksi kertoimeksi 6,67. Saadut fosforikuormitukset kerrottiin siis tällä luvulla.

Taulukko 2. Kotieläinten vuosittain lannassaan tuottama fosforimäärä (Ympäristöministeriö 2009).

Eläin	Tuotto (kg P / a)
Lypsylehmä	17
Emolehmä, sonni > 2 v	8,5
Vasikka < 6 kk	1,5
Lehmävasikka 6 -12 kk	3,5
Sonnivasikka 6 -12 kk	4,5
Hieho 12 -24 kk	5
Sonni 12 -24 kk	6
Hevonen 2 v -	12
Poni 2 v-, hevonen 1 v	7
Pienponi 2 v-, poni, hevonen <1 v	5
Pienponi 1 v, poni <1 v	3
Pienponi <1 v	2
Uuhi karitsoineen; kuttu kileineen	2,5
Emakko porsaineen	8,5
Lihasika, siitossika, karju, joutilas emakko	2,5
Vieroitettu porsas	1,0
Kana, broileremo, emokalkkuna, emoankka, emohanhi, emosorsa, emofasaani	0,2
Kukko, lihakalkkuna, lihahanhi, liha-ankka, lihasorsa, lihafasaani	0,1
Broileri, kananuorikko	0,05

Edellä mainituista tiedoista muodostuu kokonaiskuormitus, jonka merkitystä Kirkkojärven kuormituksen sietokykyyn arvioitiin Vollenweiderin (1976) mallin avulla. Laskennassa käytettiin Vesi-Ekon Erkki Saarijärveltä saatua Excel-tiedostoa.

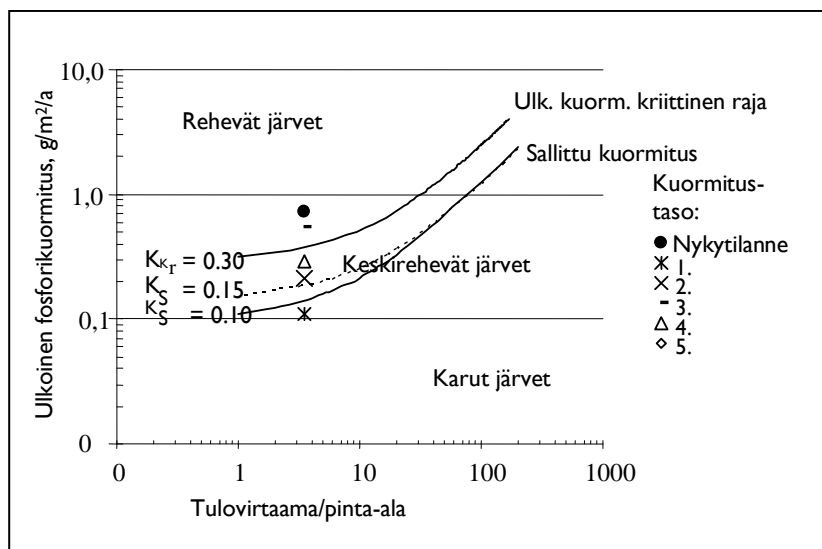
2.5 Ulkoisen kuormituksen sietokyvyn arviointi

Ulkoisella kuormituksella tarkoitetaan järven valuma-alueelta järveen valumavesien mukana kulkeutuvaa ravinne- ja kiintoainekuormitusta. Kuormitusta tulee ilmaperäisestä laskeumasta ja luonnonhuuhtoumasta sekä ihmisen toiminnasta kuten maa- ja metsätaloudesta sekä haja-asutuksesta.

Järvien kunnostuksessa on hyvin tärkeää selvittää ulkoiset kuormittavat tekijät ja miten merkittävää kuormitus on. Valuma-alue voidaan jakaa kauko- ja lähivaluma-alueeseen. Tulojoet tuovat yleensä kuormitusta kauempaa. Lähivaluma-alueelta kuormitus tulee pikkupuroissa hajakuormituksena. Lähivaluma-alueella on tyypillistä pitoisuuksien suuri vaihtelu (Lappalainen 1990).

Ulkoisen kuormituksen sietokyvyn arviointiin voidaan käyttää Vollenweiderin (1976) mallia. Siinä tulevaa ulkoista kuormitusta verrataan hydrauliseen pintakuormaan. Hydraulinen pintakuorma saadaan jakamalla tulovirtaama järven pintaalalla tai keskisyvyys viipymällä. Sietorajat on määritetty laajan järvitutkimuksen perusteella. Ns. kriittinen raja ($P_v = 0,174x^{0,469}$) kuvaa tilannetta, jossa kuormitus aiheuttaa rehevöitymisen kiihtymistä. Sallittu raja ($P_s = 0,055x^{0,635}$) taas kertoo kuormitustasosta, jota järvi pystyy sietämään ilman, että se rehevöityy. Yleensä

sallitun kuormituksen rajana käytetään katkoviivalla merkittyä käyrää, jossa fosforikuormitus on 0,15 g/m²/a (kuva 2). Mallin käytössä on huomioitava sen suuntaantavuus ja yleistettävyyys, se ei ota huomioon järven yksilöllisiä ominaisuuksia.



Kuva 2. Vollenweiderin mallin mukainen ulkoisen fosforikuormituksen arviointi. Sallittu kuormitus voidaan ajatella sijaitsevan kohdassa $K_s=0,15$. Numeroilla 1 – 5 arvioidaan erisuuruisten vähennysten vaikutusta järven sietokykyyn.

2.6 Sisäisen kuormituksen arviointi

Sisäisellä kuormituksella tarkoitetaan tilannetta, jossa ravinteita alkaa vapautua uudelleen kiertoon pohjan sedimentistä. Järven rehevöityessä sen tuotantotaso kasvaa, jolloin syntyy enemmän hajotettavaa ainesta. Hajotustoiminta kuluttaa sedimentin happivarjoja. Hapen kuluessa loppuun pohjan sedimentistä alkaa vapautua sinne sitoutunutta fosforia. Sedimentistä voi myös vapautua ravinteita, kun kalat etsivät ruokaa pohjalta. Tällaisia pohjasta ruokaa etsiviä kaloja ovat särkikaloihin kuuluvat lahna, suutari, pasuri ja ruutana. Myös särjet voivat nostaa ravinteita veteen pohjasta ravintoa etsiessään. Fosforia alkaa myös vapautua, kun veden pH-arvo nousee reilusti emäksiselle puolelle. Rehevissä järvissä kasvien ja levien yhteytystoiminta saattaa nostaa veden pH-arvon yli yhdeksään. Tällöin sisäinen kuormitus voi voimistua edelleen.

Sisäisen kuormituksen suuruutta on vaikeampi arvioida. Jotta sen laskeminen olisi mahdollista, pitäisi tietää järvestä olevan sedimentoituvan aineksen määrä tai sedimentaationopeus. Sisäistä kuormitusta on kuitenkin mahdollista arvioida välillisesti. Järven tulevan kuormituksen perusteella voidaan laskea vesipatsaan keskimääräinen fosforipitoisuus. Friskin (1978) mukaan tämä lasketaan kaavalla:

$$C = (1-R) * I / Q, \text{ jossa}$$

C = keskimääräinen fosforipitoisuus, mg /m³

R = pidätkymiskerroin = 0,370

I = tuleva kuormitus, mg /s ja

Q = virtaama, m³ /s

Vertaamalla laskettua kokonaisfosforipitoisuutta mitattuun pitoisuuteen, voidaan arvioida sisäisen kuormituksen suuruutta. Jos havaittu fosforipitoisuus on selvästi laskettua pitoisuutta suurempi, on oletettavaa, että järvi kärsii sisäisestä kuormi-

tuksesta. Jos taas havaittu pitoisuus on laskettua pienempi, järveen tuleva aines sedimentoituu helpommin.

Vesipatsaan fosforipitoisuuden perusteella on mahdollista ennustaa klorofyllipitoisuutta. Klorofylli-a- ja kokonaisfosforipitoisuudet korreloivat selvästi Pietiläisen ja Räikkeen (1999) tekemän järvihavaintopaikka-tutkimuksen mukaan. Selitysaste kyseisessä tutkimuksessa oli 0,89. Aineistosta saatiin suoran yhtälöksi

$$y = 0,5655x - 1,9312, \text{ jossa}$$

y on klorofyllipitoisuus ja

x on kokonaisfosforipitoisuus.

Klorofylli-a- ja kokonaisfosforipitoisuuden suhde kertoo kalaston vaikutuksesta kasviplanktonin muodostumiseen. Vertaamalla ennustettua klorofyllipitoisuutta havaittuun pitoisuuteen, voidaan arvioida muodostuuko järvessä leväkukintoja helposti. Jos havaittu pitoisuus on selvästi ennustettua korkeampi, myös klorofyllin ja fosforin suhde on suuri. Molemmat seikat puoltavat tällöin kalaston suurta vaikutusta leväkukintojen muodostumiseen. Tämä perustuu siihen ajatukseen, että levää syntyy enemmän kuin tietyllä pitoisuudella yleensä voidaan olettaa. Syy tähän voi useimmissa tapauksissa löytyä kalastosta. Kalat voivat syödä isot vesikirput hyvin vähiin, jolloin ne eivät enää pysty laiduntamaan leviä. Tällaisessa tapauksessa kunnostustoimenpiteeksi voidaan suositella mm. ravintoketjukurkennusta olettaen, että koekalastustulokset osoittavat kalaston rakenteen olevan vinoutunut.

3 Kirkkojärven perustila

Kirkkojärvi on pinta-alaltaan 158 ha ja kuuluu Koskenkylänjoen vesistöalueeseen. Kirkkojärven valuma-alueen pinta-ala on 4 971 ha eli 49,71 km² (taulukko 3). Kirkkojärvi sijaitsee keskellä Myrskylän keskustaa. Valuma-alueella on runsaasti peltoja ja asutusta. Kirkkojärveen on johdettu käsiteltyjä jätevesiä vuoteen 1976 saakka. Kirkkojärven rannalla on ollut myös meijeri. Vedenlaatu on ollut aiemmin huomppi kuin nykyään silloisesta kuormituksesta johtuen.

Taulukko 3. Kirkkojärven hydrologisia suureita.

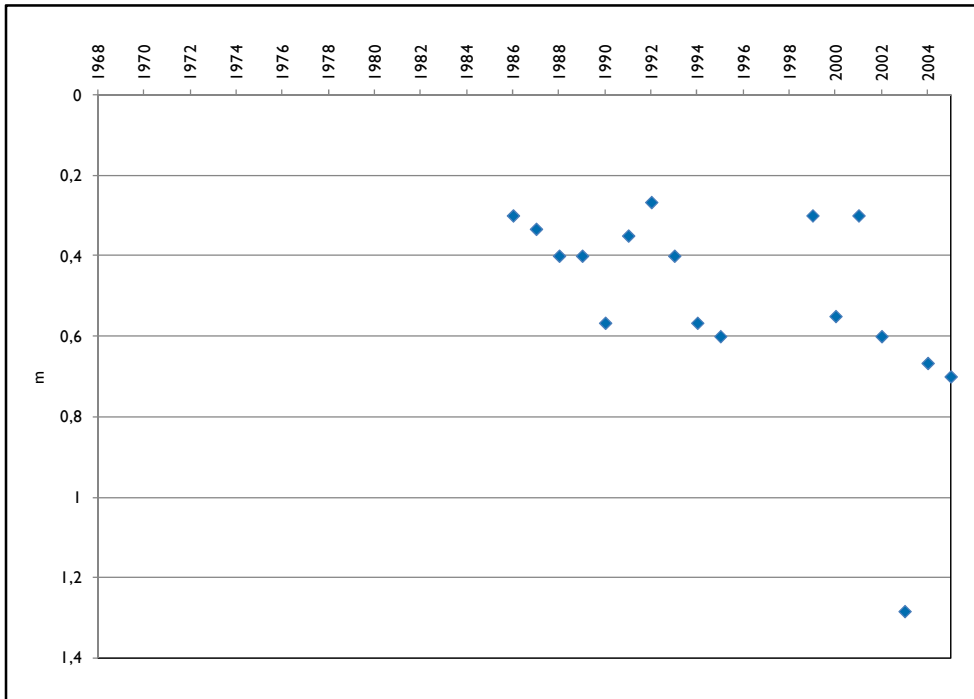
järven pinta-ala	158 ha
valuma-alueen pinta-ala	4 971 ha
keskisyvyys	2,31 m
suurin syvyys	4,8 m
tilavuus	3657,76 * 10 ³ m ³
viipymä	90 päivää
keskivirtaama	0,47 m ³ /s
rantaviiva	8,6 km
saaria	1 kpl
saaren rantaviiva	0,1 km

3.1 Veden laatu

Pintavesien yleisen käyttökelpoisuusluokituksen mukaisesti Kirkkojärvi on luokiteltu välttäväksi.

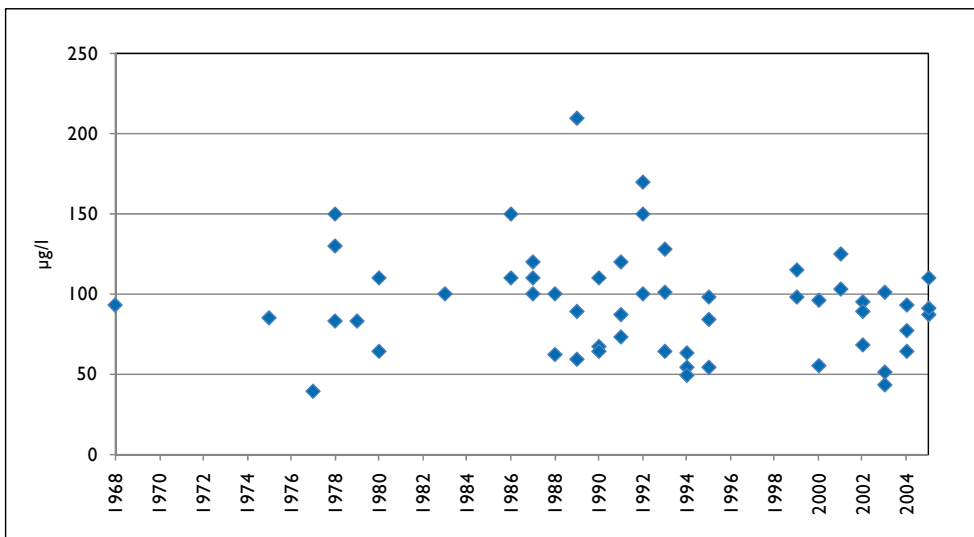
Kirkkojärvestä löytyy suhteellisen paljon vedenlaatutietoja. Näytteitä on otettu Uudenmaan ympäristökeskuksen seurantana vuodesta 1963 lähtien vuoteen 2005 saakka. Kaikkina vuosina näytteitä ei ole kuitenkaan otettu, mutta lähes yhtenäisen aikasarja niistä saa. Näytteitä on otettu myös muutamasta muusta näytteenottopisteestä, mutta näissä on vähemmän näytteenottokertoja.

Kirkkojärven näkösyvyys on vaihdellut keskimäärin 0,2 – 0,8 metrin välillä. Vuoden 2003 korkea lukema on mitattu helmikuussa, mikä selittää veden kirkkautta. Kesäisin näkösyvyys on ollut 2000-luvulla noin 0,5 m (kuva 3).



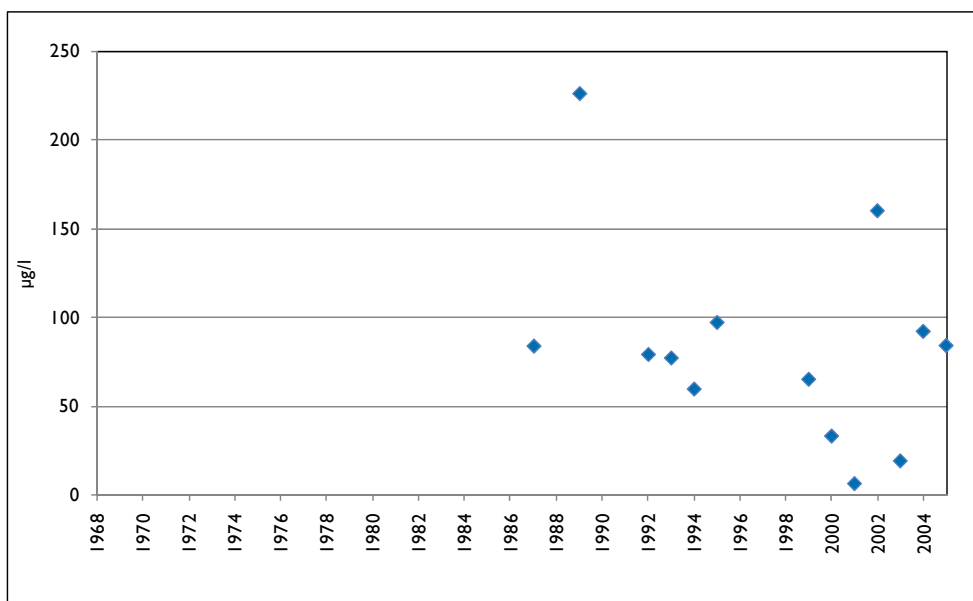
Kuva 3. Kirkkojärven näkösyvyys vuosina 1968 – 2005.

Kirkkojärven kokonaisfosforipitoisuus oli yhden metrin syvyydessä heinäkuussa 91 $\mu\text{g/l}$ vuonna 2005 (kuva 4). Järvi voidaan luokitella reheväksi, kun sen kokonaisfosforipitoisuus on yli 25 $\mu\text{g/l}$ eli Kirkkojärven voidaan todeta olevan selvästi rehevä.



Kuva 4. Kirkkojärven kokonaisfosforipitoisuus yhden metrin syvyydessä eri vuosina.

Kirkkojärven levämäärää kuvaava klorofylli-a-pitoisuus on ollut korkeimmillaan vuonna 1989, ollen tällöin 226 $\mu\text{g/l}$ (kuva 5). Klorofyllipitoisuus vaihtelee huomattavasti sääoloista ja vuodenajasta riippuen. Tämä täytyy huomioida Kirkkojärven tuloksia tulkittaessa. Vuoden 2001 alhainen pitoisuus johtunee juuri tästä vaihtelusta. Jos näytteenotto osuu leväkukinta-aikaan, voidaan pitoisuudeksi saada suuria lukemia kuten vuonna 2002.



Kuva 5. Kirkkojärven klorofylli-a-pitoisuus eri vuosina.

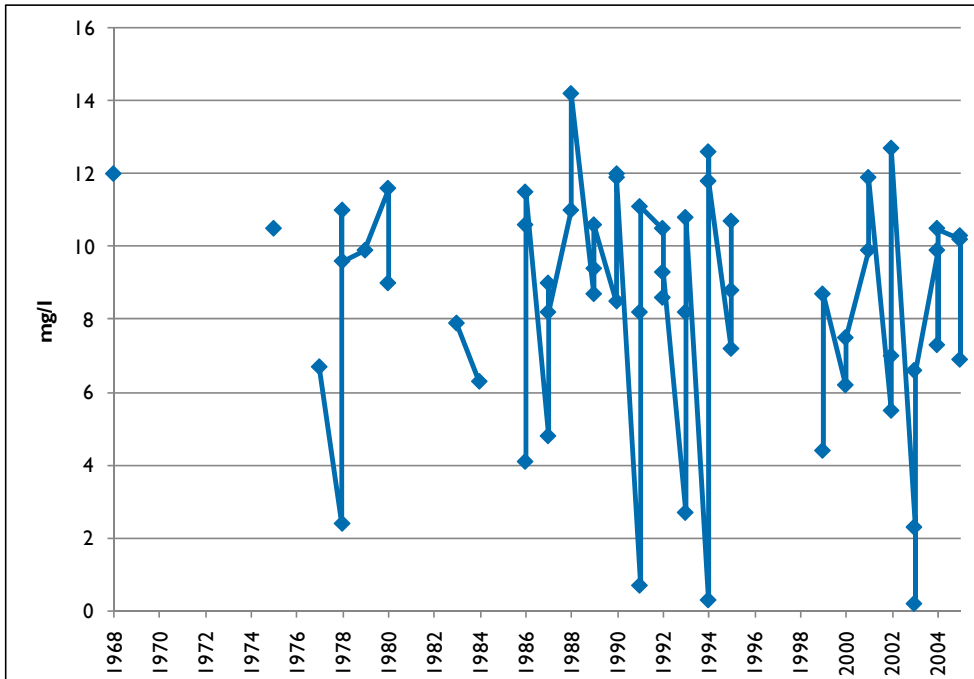
Kirkkojärvenissä on esiintynyt leväkukintoja levähaittarekisterin mukaan. Havaittava kukinta oli vuonna 1991, erittäin runsas vuonna 1992 ja runsas vuonna 2002. Kyseiset kukinnat aiheutuivat sinileivistä.

Klorofylli-a-pitoisuuden ja kokonaisfosforipitoisuuden suhde oli huomattavan korkea vuonna 2002. Samoin vuosina 2004 ja 2005 suhde on kertonut kalaston vaikutuksesta veden laatuun. Kalastolla voidaan ajatella olevan vaikutusta veden laatuun, kun kyseinen suhde on yli 0,4, lähempänä yhtä vaikutus on jo hyvin selkeä. Myös 2000-luvun arvoista laskettu keskiarvo (0,72) tukee tätä teoriaa (taulukko 4).

Taulukko 4. Kirkkojärven klorofylli-a- ja kokonaisfosforipitoisuus ja niiden suhde 2000-luvulla.

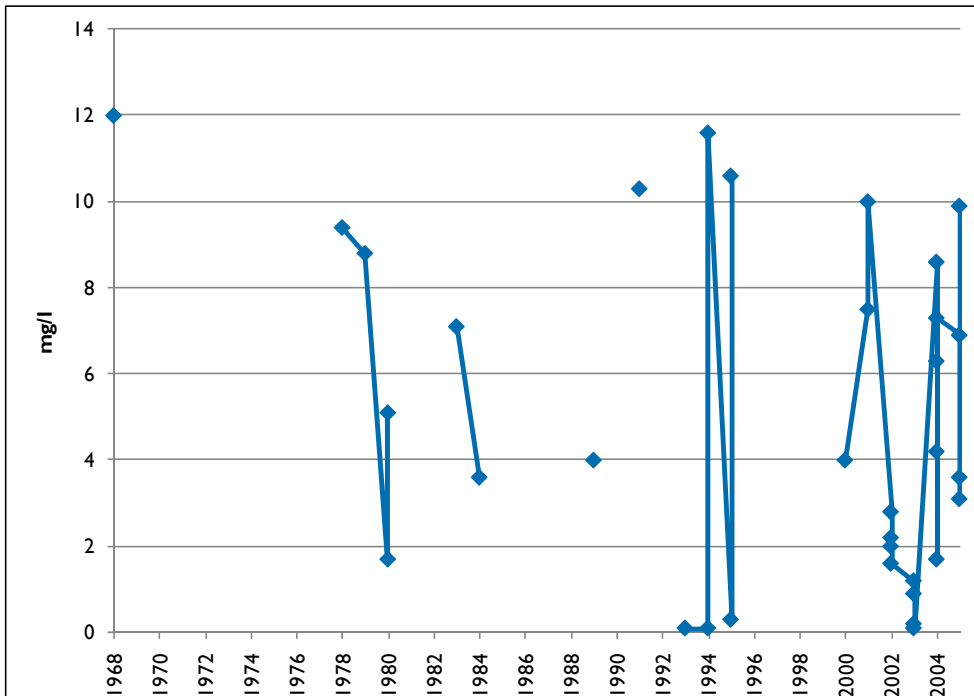
Aika	Klorofylli-a, µg/l	Kokonaisfosfori, µg/l	klorofylli-a / kokonaisfosfori -suhde
5.7.2000	33	96	0,34
23.7.2001	6,2	103	0,06
18.7.2002	160	89	1,80
9.7.2003	19	101	0,19
3.8.2004	92	93	0,99
27.7.2005	84	91	0,92
keskiarvo			0,72

Kirkkojärven happipitoisuus on pysynyt pääosin hyvänä yhden metrin syvyydessä. Muutamina vuosina talvisin happikatoa on ollut myös aivan pinnassa (kuva 6).



Kuva 6. Kirkkojärven happipitoisuus yhden metrin syvyydessä.

Kirkkojärven pohjanläheinen happipitoisuus on ollut loppupalvisin 2000-luvulla huono (kuva 7). Uusin mittaus oli vuodelta 2005, joten on vaikea sanoa tämän hetken tilannetta. Todennäköisesti myös vuosina 2006 – 2009 on esiintynyt happikatoja pohjanläheisessä vedessä.



Kuva 7. Kirkkojärven happipitoisuus pohjanläheisessä vedessä.

3.2 Kalasto

Kirkkojärven kalastoon kuuluvat kuha, ahven, kiiski, hauki, lahna, särki, pasuri, salakka, ruutana, suutari, sorva, made ja ankerias. Lisäksi järvessä esiintyy rapuja. Ankeriaita ja kuhia tuetaan istutuksin (Penttilä 2000 ref. Linder 1997). Vuoden 1998 nuottauksessa havaittiin myös kaksi toutainta.

Myrskylän Kirkkojärvellä on verkkokoekalastettu vuosina 1985, 1991 ja 1997. Vuoden 1997 koekalastukset kertoivat, että särkeä ja salakkaa oli lähes puolet saaliin lukumäärästä. Myös lahnaa ja ahventa oli runsaasti. Painosta suuren osan muodostivat lahna ja ahven. Särkikalojen osuus koko saaliista lukumäärän perusteella oli lähes kolme neljäsosaa ja painon perusteella yli puolet (Penttilä 2000).

Myrskylän Kirkkojärvellä on tehty tehokalastuksia vuosina 1998 ja 1999 Uudenmaan ympäristökeskuksen tehokalastusryhmän toimesta. Nuotattu pinta-ala oli tuolloin 33 ha ja saalista saatiin 1 100 kg vuonna 1998 ja 2 270 vuonna 1999 eli yhteensä 3 370 kg. Koko järven pinta-alaa kohden tästä saadaan 21 kg/ha. Lahnaa oli molempina vuosina yli 90 % saaliin painosta (Penttilä 2002).

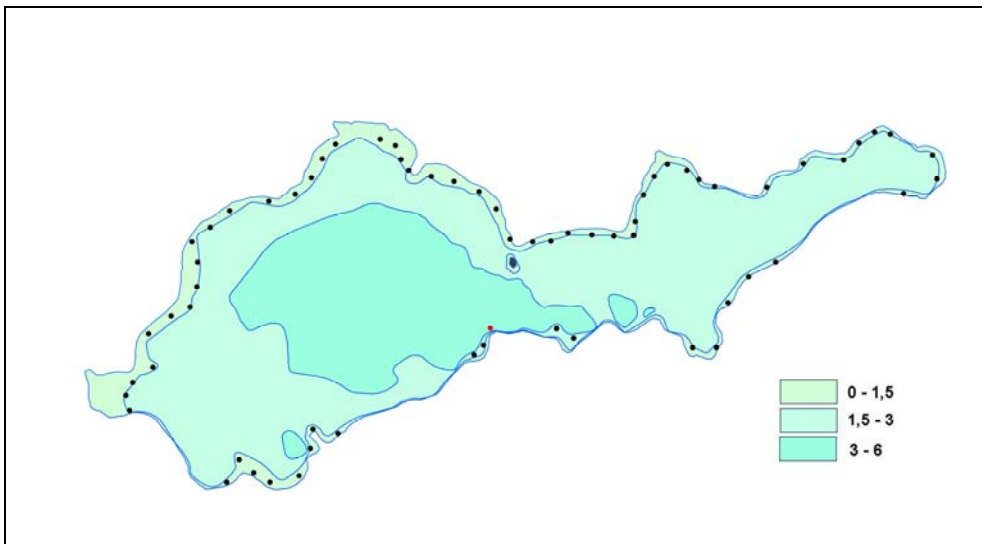
3.3 Kasvillisuus



Kuvat 8 ja 9. Kirkkojärven vähäistä kasvillisuutta. Kuvat: Anne-Marie Hagman

Kirkkojärven kasvillisuus koostuu pääosin ilmaversoisista vesikasveista. Uposlehtisiä vesikasveja ei havaittu, tosin niitä ei yritetty etsiä haraamalla. Järven vesi on kuitenkin hyvin sameaa, minkä vuoksi näiden kasvien esiintyminen on epätodennäköisempää. Kasvillisuus sijoittuu pääosin järven pohjoisrannalle ja sekä itä- että länsipäähän. Eteläranta on jyrkkää kalliorantaa, ja siellä kasvillisuus on erittäin vähäistä. Eniten Kirkkojärven maisemakuvaa hallitsee ilmaversoiisiin kuuluva järviruoko (*Phragmites australis*) ja leveälehtinen osmankäämi (*Typha latifolia*). Järvikortetta (*Equisetum fluviatile*) on muutamassa paikassa. Samoin saroja (*Carex* sp.) esiintyy siellä täällä. Kelluslehtisiin kuuluvaa ulpukkaa (*Nuphar lutea*) esiintyy ruokokasvuston edessä paikoitellen, mutta nämä esiintymät ovat aika harvoja. Pystykeiholehteä (*Sagittaria sagittifolia*) ja uistinvitaa (*Potamogeton natans*) on myös jonkin verran.

Kirkkojärven kasvillisuusrajat piirrettiin syvyyskarttaan kasvillisuuskartoituksen ja kunnalta saatujen ilmakuvien perusteella (kuva 10).

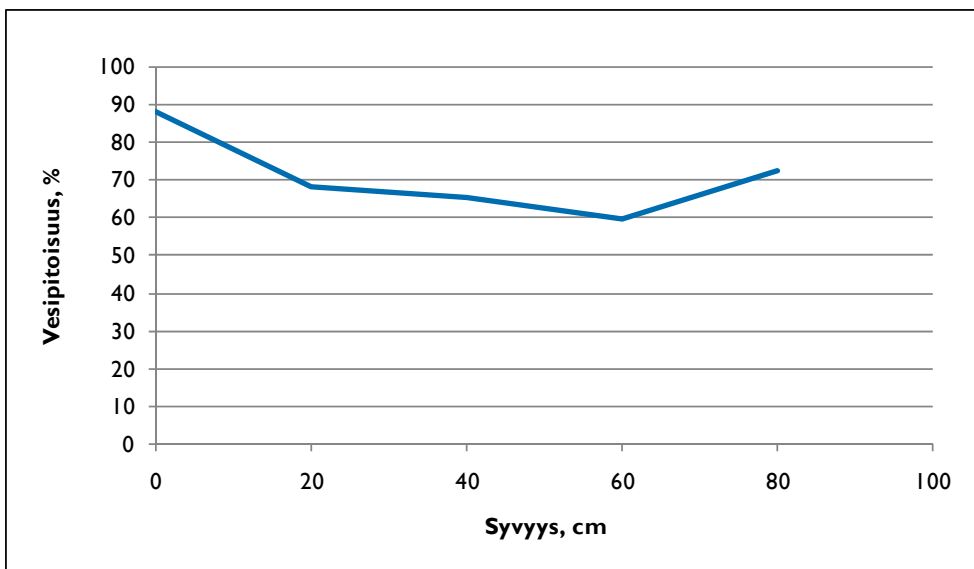


Kuva 10. Kirkkojärven kasvillisuusrajat ilmakuvien perusteella.

3.4 Sedimentti

Kimmo Heikkilä 2008

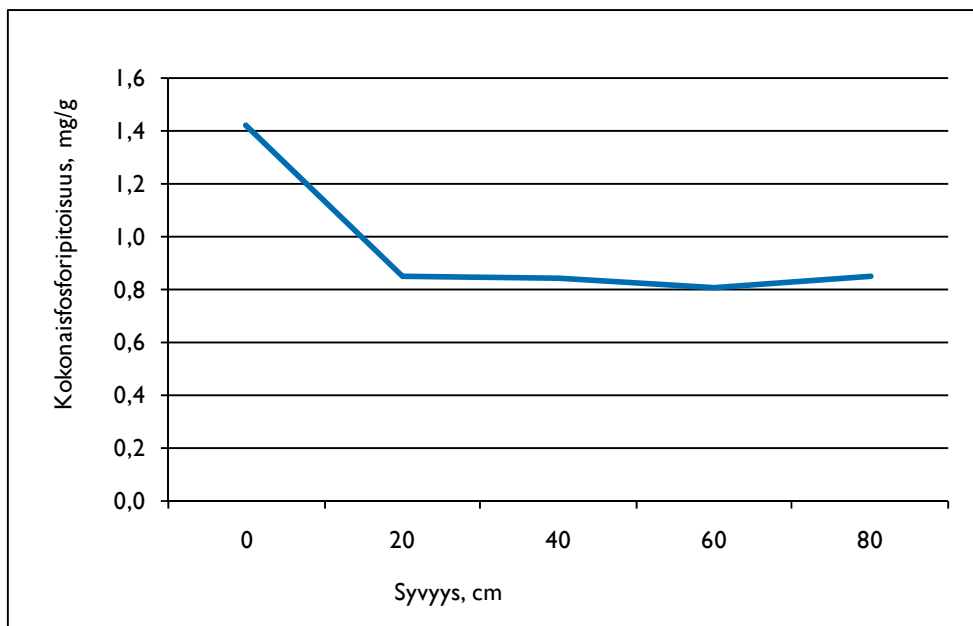
Kirkkojärven sedimentin vesipitoisuus on tutkimusjärvien keskitasoa (kuva 11). Aivan pinnassa vesipitoisuus on 88 %. Sedimentin tiivistymisestä johtuen vesipitoisuus laskee nopeasti 60 – 70 % tasolle pysytellen sellaisena näytesarjan loppuosan. Orgaanisen aineksen pitoisuudet Kirkkojärven sedimentissä ovat alhaisia pysytellen 5 – 11 % välillä, ollen korkeimmillaan pintanäytteessä. Silmämäärin tarkasteltuna sedimentti oli harmaata tasalaatuista savista liejua.



Kuva 11. Kirkkojärven sedimentin vesipitoisuus eri syvyyksissä.

Sedimentin kokonaisfosforipitoisuus Kirkkojärven sedimentissä on alhainen, ravinnerikkaimmassa pintanäytteessä fosforia on 1,4 mg/g kuivapainona ja alemmissa näytteissä alle 0,85 mg/g kuivapainona (kuva 12). Koska pintaveden mitatut fosforipitoisuudet ovat Kirkkojärven sedimentissä korkeat, on hyvin todennäköistä että Kirkkojärven sedi-

mentillä on merkittävä osuus pintaveden korkeaan fosforipitoisuuteen. Pintasedimentin alhainen fosforipitoisuus selittyisi siten, että siitä vapautuisi fosforia veteen, mikä selittäisi pintaveden korkeaa kokonaisfosforipitoisuutta.



Kuva 12. Kirkkojärven sedimentin kokonaisfosforipitoisuus eri syvyyksissä.

3.5 Kaavoitus

Kirkkojärven rannalle tullaan rakentamaan lisää asutusta (kuva 13). "Suunnittelualue sijaitsee kirkonkylän taajaman itäreunalla Keskustien varrella ja Kirkkojärven rannassa. Pohjoisessa aluetta rajaa Kartanomäen rakennettu ympäristö. Kunnan omistama alue on suunniteltu pientaloalueeksi, jossa on omatoimisesti toteutettavia erillispientaloja (rantakorttelit) ja ryhmärakentamiseen soveltuvia kytkettyjä pientaloja (muurikorttelit). Alueen katuverkosto on pihakatua. Korttelialueiden ulkoreunalle jää niittymäinen, maisemallinen virkistysalue ja rantaan yhteiskäyttöinen alue, jossa kulkee rantapolku sekä sitä rytmittävät aukiot (toimivat myös käänköpaikkoina) venelaitureineen" (Upola 2009).

"Kunnalla on tavoitteena saada ensimmäinen toteutusvaihe myyntiin ja kunnallistekniikka toteutukseen kaavan saatua lainvoiman. Alueen reunalla kulkee kunnan vesijohto- ja viemäriverkosto, johon alue on liitettävissä. Suunnittelualueella olevat verkoston osat siirretään Keskustien varteen. Kunnan asettaman aikataulun mukaan alueen kunnallistekniikka rakennetaan vuonna 2010, jolloin tontit tulevat myyntiin" (Upola 2009).

"Rantaa reunustava lähivirkistysalue on jätetty kuntalaisten yhteiseen käyttöön. Nauhamainen virkistysalue mahdollistaa suunnitteilla olevan asemakaava-alueen osalta jatkuvan kevyen liikenteen verkoston muodostamisen Kirkkojärven ympäristössä" (Upola 2009).

"Rantaraitti kulkee läpi suunnitellun kaava-alueen yhdistyen länsireunalla nykyisen taajama-alueen verkostoon. Raitti (merkinnän sijainti on ohjeellinen ja yhteys sitova) on syytä rakentaa rantapenkereen yläosaan, josta on mahdollista muodostaa, arkkitehtuurikilpailun ajatusten mukaan, porrasyhteydet venepaikoille. Raitti sivuaa länsireunassa rantasuota ja yleistä ranta-aluetta, jonka yhteyteen on rakennettavissa pienimuotoinen paikoitusalue, yleinen sauna ja venelaituri alueen

ulkopuolelta rantaan tuleville kuntalaisille, veneilijöille, pilkkijöille sekä hiihtäjille ja luistelijoille" (Upola 2009).

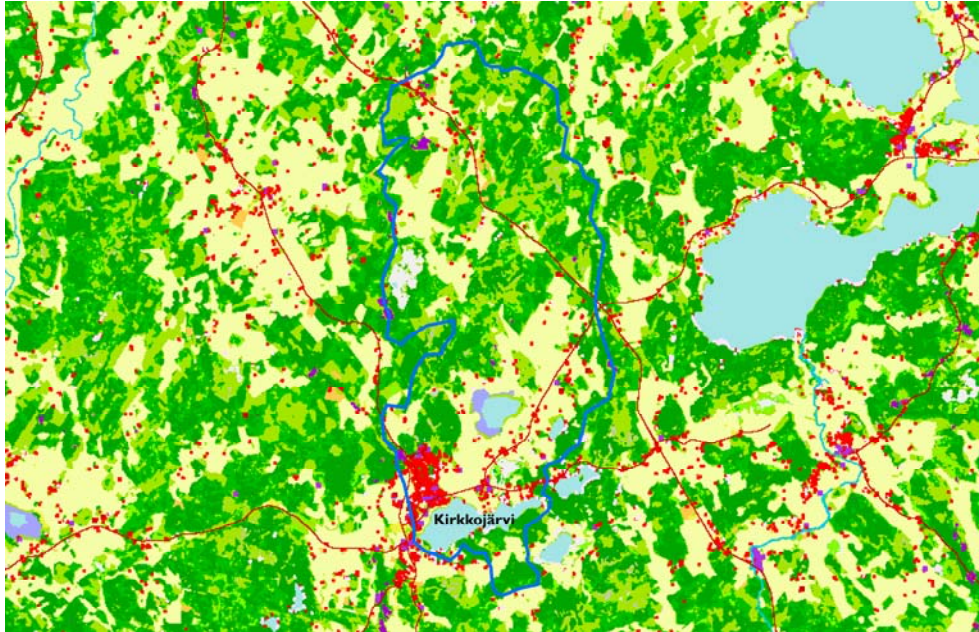
"Raitin on tarkoitus jättää ranta-alue mahdollisimman luonnonvaraiseksi säilyttäen rantapuuston ja arvokkaan suoalueen. Raitin pintamateriaaliksi sopii esim. kivituhka. Aukioina toimivilla kääntöpaikoilla voidaan käyttää lisäksi esim. betoni- tai nurmikiveä; kääntöpaikat toimivat myös näköala- ja oleskelutiloina, joiden reunoille voidaan sijoittaa istuskelupenkkejä" (Upola 2009).



Kuva 13. Kirkkojärven uusi asuinalue. Haettu Myrskylän kunnan nettisivuilta, 1.6.2009. Kaavaselostus 9.3.2009.

4 Kuormitusselvitys

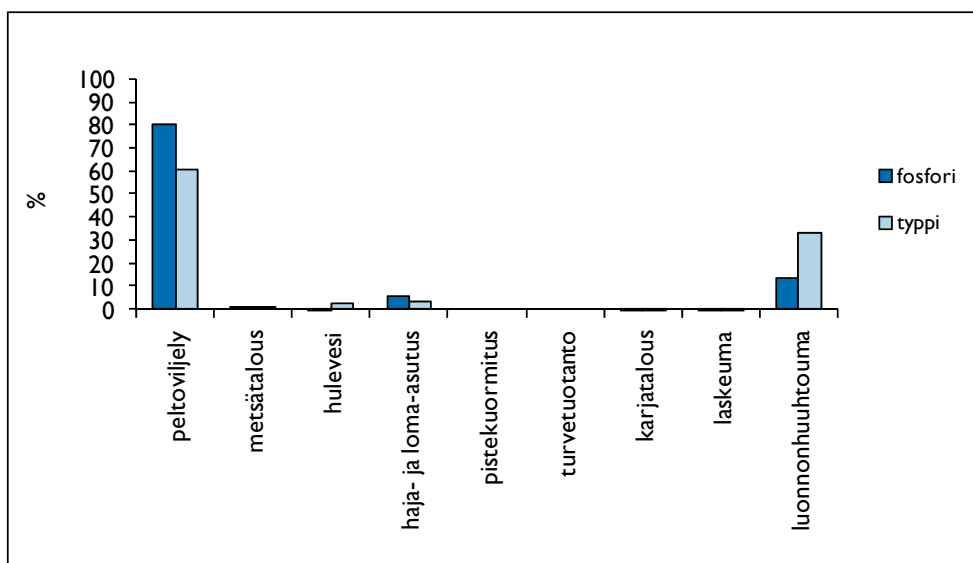
Kirkkojärven valuma-alueella on paljon peltoja (lähes 30 %). Samoin haja-asutusta on jonkin verran. Valuma-alue ulottuu Myrskylän kunnan lisäksi Orimattilan puolelle (kuva 14). Kirkkojärveen on aiemmin johdettu jätevesiä ja sen valuma-alueella on ollut kuormittavaa toimintaa, jonka vaikutus voi näkyä nykyisenä sisäisenä kuormituksena.



Kuva 14. Kirkkojärven valuma-alue. Tulkinta-avain löytyy liitteestä 2. Mittakaava 1 : 75 000. luvat Maanmittauslaitos lupa nro 7/MML/09, Affecto Finland Oy, Karttakeskus, lupa L4659, SYKE (osittain © MMM, MML, VRK)

4.1 Ulkoinen kuormitus

Kirkkojärveen kohdistuvasta laskennallisesta VEPS:n antamasta ulkoisesta fosforikuormitusarviosta n. 80 % aiheutuu peltoviljelystä. Typeä tulee pelloilta noin 60 %. Luonnonhuuhtoumana tulee typeä 35 % (kuva 15). Myrskylän kunnan puolella ei ole paljon kotieläimiä, vain kymmenkunta vuohta. Niiden osuus kokonaiskuormituksesta jää alle prosenttiin sekä typen että fosforin osalta.



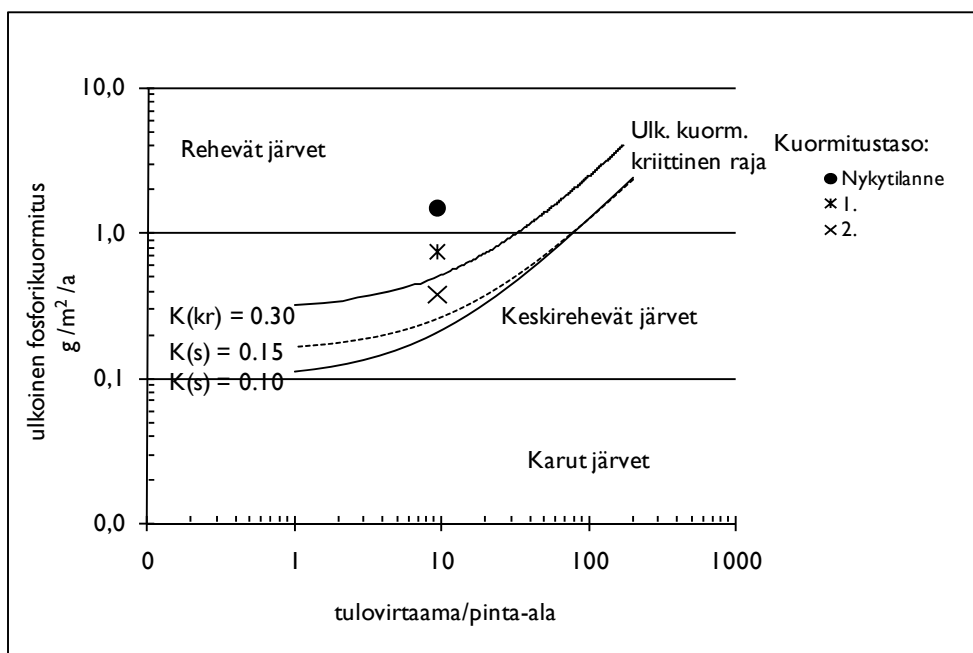
Kuva 15. Kirkkojärven laskennallinen ulkoinen kuormitus jaettuna eri kuormituslähteisiin.

Kirkkojärveen tulee VEPS:in mukaan fosforia eniten peltoviljelystä (n. 1 880 kg). Tyypeä tulee pelloilta 16 440 kg (taulukko 5).

Taulukko 5. Kirkkojärven ulkoinen kuormitus jaettuna eri kuormituslähteisiin. Karjatalouden arvio perustuu Myrskylän kunnan alueella sijaitseviin eläinyksikkötietoihin.

	Fosfori, kg/a	Typpi, kg/a
Peltoviljely	1 879	16 440
Metsätalous	11	170
Hulevesi	9	634
Haja- ja loma-asutus	137	870
Pistekuormitus	0	0
Turvetuotanto	0	0
Karjatalous	1,2	8
Laskeuma	0	9
Luonnonhuuhtouma	309	9047
Yhteensä	2 345	27 180

Kirkkojärven ulkoinen kuormitus on suurta. Vollenweiderin (1976) mallin mukaan kuormitus ylittää kriittisen kuormituksen selvästi. Jos kuormitusta vähennetään puolet, ollaan yhä kriittisen kuormituksen yläpuolella. Kriittinen kuormitus alitetaan vähentämällä kuormitusta kolme neljäsosaa, mutta tälläkin vähennyksellä ollaan yhä sallitun tason yläpuolella (kuva 16).



Kuva 16. Kirkkojärven ulkoinen fosforikuormitus ylittää järven sietokyvyn selvästi nykytilanteessa Vollenweiderin (1976) mallilla arvioituna. Jos kuormitusta vähennetään 50 % (1.), ollaan vielä selvästi sallitun tason yläpuolella. Kuormituksen vähentäminen 75 % (2.) tuo kuormituksen alle kriittisen mutta yhä yli sallitun.

4.2 Sisäinen kuormitus

Kirkkojärven tulevan fosforikuormituksen perusteella laskettu vesimassan kokonaisfosforipitoisuus oli havaittua pitoisuutta vähän korkeampi sekä vuonna 2004 ja vuonna 2005 (taulukko 6). Ero ei kuitenkaan ole kovinkaan suuri. Tämä viittaisi siihen, että mallin mukaan Kirkkojärven ei vapaudu sedimentistä ravinteita sisäisen kuormituksen takia. Toisaalta Kirkkojärven särkikalavaltainen kalasto kertoo kuitenkin sisäisestä kuormituksesta. Kalaston vaikutus perustuu luultavasti eläinplanktonin vähentymiseen ja sitä kautta kasviplanktonin eli levien määrän lisääntymiseen. Lisäksi myös sedimenttitutkimus antaa viitettä sisäisestä kuormituksesta. Kirkkojärven on esiintynyt lopputalvisin happikatoja. Kesäaikaan happitilanne on pysynyt hyvänä.

Taulukko 6. Kirkkojärven lasketut keskimääräiset ja mitatut fosforipitoisuudet..

Tuleva fosforikuormitus, kg/a	Keskimääräinen laskettu fosforipitoisuus, µg/l	Mitattu fosforipitoisuus, µg/l
2 345	100	93 (heinäkuu 2004) 91 (heinäkuu 2005)

Kirkkojärven havaittujen kokonaisfosforipitoisuuksien perusteella lasketut klorofylli-a-pitoisuudet olivat molempina vuosina havaittua klorofylli-a-pitoisuutta alhaisempia. Samoin keskimääräisen kokonaisfosforipitoisuuden mukaan laskettu klorofylli-a-pitoisuus oli havaittua alhaisempi. Mallin mukaan levää pitäisi syntyä selvästi havaittua vähemmän eli on hyvin todennäköistä, että kalasto vaikuttaa Kirkkojärven veden laatua heikentävästi (taulukko 7). Klorofylli-a- ja kokonaisfosforipitoisuuden suhde oli 0,92 vuonna 2005 ja 2000-luvun keskiarvo oli 0,71. Molemmat luvut viittaavat kalaston veden laatua heikentävään vaikutukseen.

Taulukko 7. Kirkkojärven lasketut klorofylli-a-pitoisuudet.

	Havaitun kokonaisfosforipitoisuuden perusteella lasketut klorofylli-a-pitoisuudet, µg/l	Keskimääräisen kokonaisfosforipitoisuuden perusteella lasketut klorofylli-a-pitoisuudet, µg/l	Havaitut klorofylli-a-pitoisuudet, µg/l
Vuonna 2004	51		92
Vuonna 2005	50	54	84



Kuva 17. Kirkkojärven maisemaa syksyllä 2009. Kuva: Anne-Marie Hagman

5 Tavoitteet

Myrskylän Kirkkojärven tavoitetilan määrittämiseksi lähetettiin Myrskylän kuntaan tavoitetilakysely. Konkreettiset tavoitteet on kirjoitettu tekijän toimesta kyselyn vastausten ja eri tutkimusten ja selvitysten pohjalta.

Kirkkojärven parhaita ominaisuuksia ovat mm. sen keskeinen sijainti Kirkonkylän välittömässä läheisyydessä ja sen maisemallinen arvo asutuskeskittymälle. Kirkkojärvellä on merkitystä virkistykselle ja järvi on tärkeä ranta-alueille tulevan uuden asutuksen kannalta. Huonoja ominaisuuksia ovat leväkukinnat ja huono veden laatu.

Tavoitteina Kirkkojärven kunnostukselle olisivat kirkkaampi vesi, jonka ravinnepitoisuudet olisivat alhaisempia. Kalaston rakenne olisi vähemmän särkikalavaltainen. Vesikasvillisuus pysyisi nykyisellään eikä lisääntyisi.

Kunnostuksen jälkeen Kirkkojärvi olisi vuonna 2020 samanlainen kasvillisuudeltaan. Kalakannassa olisi särkikaloja alle 60 %. Vesi olisi paljon parempaa ja puhtaampaa, uimakelpoista, eikä Kirkkojärvessä esiintyisi levähaittoja.

Kirkkojärveen kohdistuvaa laskennallista ulkoista fosforikuormitus tulisi vähentää 75 % eli 1 760 kg. Tällä kuormituksella Kirkkojärven veden kokonaisfosforipitoisuuden pitäisi laskea ollen 75 µg/l. Kirkkojärven kokonaisfosforipitoisuus oli 91 µg/l vuonna 2005. Happipitoisuus pysyisi hyvänä sekä kesäisin että talvisin.

6 Mahdollisia menetelmiä Kirkkojärven kunnostamiseen

6.1 Ulkoisen kuormituksen vähentäminen

Kirkkojärveen kohdistuvan suuren laskennallisen ulkoisen kuormituksen vähentämiseksi pitäisi tehdä paljon toimenpiteitä. Valuma-alueella on paljon peltoviljelyä, jonka osuus laskennallisesta fosforikuormituksesta on yli 80 %. Toimenpiteitä pitäisi kohdistaa pelloilta tulevan ravinnekuormituksen vähentämiseen.

6.1.1 Maatalouden ulkoinen ravinnekuormitus

Maatalouden aiheuttamaa kuormitusta voidaan estää sellaisilla toimenpiteillä, jotka estävät peltojen pintaeroosiota. Etenkin kuormituksen syntymisen estäminen on tärkeää. Jo syntynyttä kuormitusta voidaan yrittää pidättää muodostumisalueellaan erilaisten toimenpiteiden, kuten suojavyöhykkeiden avulla. Ulkoisen kuormituksen vähentämiseen tähtääviin toimenpiteisiin voi saada ympäristötukea. Jotta järven kunnostus olisi pitkälläkin aikavälillä kannattavaa ja järven tilaa parantavaa täytyy ulkoinen kuormitus saada mahdollisimman pieneksi. Jos ulkoinen kuormitus on liian suurta, myös järven sisäinen kuormitus voimistuu. Kirkkojärveen kohdistuvaa laskennallisesti arvioitua fosforikuormitusta pitäisi vähentää 75 % eli n. 1 760 kg, jotta sallittu taso saavutettaisiin.

Kirkkojärven valuma-alueelle on perustettu suojavyöhykkeitä. Niitä pitäisi kuitenkin perustaa lisää. Suojavyöhykkeet vähentävät sekä ravinne- että kiintoainekuormitusta vesistöihin. Kokonaisfosforivähennyksen on todettu olevan 30 %, kokonaistypen osalta vähennys on 40 – 50 % ja kiinto-ainevähennys 50 % (Uusi-Kämpä & Palojärvi 2006). Suojavyöhyke on peltomaille vesistön varteen perustettava vähintään 15 m leveä pysyvän heinämäisen kasvillisuuden peittämä alue. Suojavyöhykkeitä perustetaan erityisesti jyrkille ja kalteville pelloille. Samoin sorsut tai helposti tulvivat pellot ovat suositeltavia kohteita. Toimiakseen kunnolla suoja-vyöhykettä tulee hoitaa. Hoito tapahtuu ensisijaisesti niittämällä tai laiduntamalla. Vesiensuojelun kannalta laajat, useamman tilan yhteiset suojavyöhykkeet ovat parhaita kuormituksen vähentäjiä. Suojavyöhykkeen perustamista ja hoitoa olisikin hyvä suunnitella yhteistyössä naapurien kanssa. Tällöin saadaan yhtenäisinä suojavyöhykekokonaisuuksia, jolloin niiden vaikutus kuormituksen vähentämiseen kasvaa (Valpasvuo-Jaatinen 2003). Suojavyöhykkeiden tarkemmat paikat ja tarpeellisuus tulee varmistaa maastokäynnein. Myrskylänjoelle kannattaisi laatia suojavyöhykkeiden ja kosteikoiden yleissuunnitelma.

Peltojen sisältämä fosforimäärä voidaan määrittää viljavuusanalyysin avulla. Lannoituksen vähentäminen on helpompaa, jos maan voidaan osoittaa olevan fosforikyllästeinen. Lannoitusmäärien saamiseksi oikealle tasolle voidaan laskea lohkokohdaisia ravinnetaseita. Ravinnetaseen avulla selvitetään maatilan ravinteiden käytön tehokkuutta ja saadaan tietoa ravinteiden vuotokohdista. Taselaskennalla voidaan tunnistaa hyvin menestyvät ja kehittämistä kaipaavat tuotannon osat ja toimenpiteet voidaan kohdistaa kriittisille alueille. Tällöin on mahdollista säästää kustannuksia ja parantaa tilan taloutta (Rajala 2001).

Pelto-ojen luiskien loiventamisessa uoman tulvatilavuus kasvaa (Mattila 2005). Tästä seuraa uomaeroosion määrän vähentymistä. Myös luiskien vahvistaminen vähentää eroosiota. Pelto-ojen käsittelyssä pitäisi huomioida myös toimenpiteiden vaikutukset kalastoon. Monet kalalajit käyttävät järven laskevia oja kut-

tupaikkoinaan. Erityisesti hauki kutee tällaisissa ojissa, jos vain ojan veden laatu ja kasvillisuus mahdollistavat sen. Tämän takia suojavyöhykkeen perustaminen ja kalastolliset kunnostukset tukevat toisiaan. Ojassa oleva kasvillisuus antaa suojaa ja ravintoa kalanpoikasille. Jos kasvillisuus on liian tiheää, veden virtaus estyy ja tämä aiheuttaa veden laadun heikentymistä. Tällöin voi esiintyä happikatoja tai veden lämpötilan liiallista nousua. (Aulaskari ym. 2003)

Ennen pelto-ojien varsilla oli painanteita ja altaita, mutta nykyinen viljelykulttuuri on hävittänyt nämä luontaiset kosteikot. Kosteikoilla on tarkoitus estää veden joutuneen kiintoaineen ja ravinteiden kulkeutuminen alapuoliseen vesistöön. Kosteikoiden kasvillisuus poistaa myös vedessä liuenneina olevia ravinteita kiintoaineen lisäksi (Puustinen & Jormola 2003).

Kuormitusta voidaan vähentää myös viljelyteknisillä toimenpiteillä. Jos pelto kynnetään rantojen ja ojien suuntaisesti vähenee fosforikuormitus huomattavasti. Suorakylvössä eroosion määrä vähenee paljon pellon ollessa ympärivuotisesti kasvipeitteinen. Tällöin kasvusto kylvetään suoraan sänkipeltoon ilman erillistä muokkausta (Mattila 2005 ref., Alakukku 2004). Toisaalta kasvinsuojeluaineiden käyttö lisääntyy. Myös keinolannoitteiden tai karjanlannan annostelu suoraan maan pintakerroksen alle on mahdollista (Mattila 2005 ref., Tulisalo 1998).

Lisätietoa maatalouden ympäristötuista löytyy Maaseutuviraston internet-sivuilta (www.mavi.fi) kohdasta viljelijätuet.

Myllysuon muuttaminen kosteikoksi

Kirkkojärveen laskee pohjoispuolelta Myllyoja Myllysuon kautta. Kyseinen oja tuo suurimman osan Kirkkojärveen kohdistuvasta ulkoisesta fosforikuormituksesta. Myllyoja kulkee Myllysuon lävitse ennen Kirkkojärveen tuloaan. Myllysuon muuttamista kosteikoksi olisi selvitettävä. Myllysuon on pinta-alaltaan noin 37 ha. Kosteikon valuma-alue on pinta-alaltaan 4111 ha ja sen valuma-alueesta yli 20 % on peltoa. Kosteikon osuus valuma-alueensa pinta-alasta on 0,9 %. Myllysuon yläpuolelta tuleva kuormitus ylittää luonnon sietokyvyn selvästi. Myllysuolla on useita eri maanomistajia. Kosteikon sijoittaminen suuren valuma-alueen alajuoksulle on suunnittelun ja mitoituksen kannalta haasteellista. Tällaiseen kosteikkoon tulevat vesimäärät ovat suuria ja kosteikon tarvitsema pinta-ala on suuri. Jos tällaisen suuren kosteikon suunnittelu onnistuu, voi sillä olla merkittävä vaikutus vesiensuojelulle (Puustinen ym. 2007).

Ei-tuotannollisella investointituella voidaan rahoittaa kosteikkojen perustamiskustannukset. Ehtoina on, että maatalous on merkittävä kuormittaja ja kosteikon valuma-alueen peltoisuus on yli 20 %. Kosteikon pinta-alan on oltava 0,5 % valuma-alueensa pinta-alasta. Investointituella perustetun kosteikon hoitoon on haettava maatalouden ympäristötukea. Viljelijöiden lisäksi myös rekisteröidyt yhdistykset voivat hakea molempia tukia.

Myllysuon kosteikko voitaisiin toteuttaa rakentamalla suon eteläpään Myllyojan pääuomaan pohjapato. Pohjapadon avulla saataisiin nostettua vedenpintaa yläpuolisessa uomassa, ja etenkin tulva-aikana vesi leviäisi helpommin suon eri osiin. Suo-alueen korkeusvaihteluista ja virtauksen suunnista riippuen saattaa olla tarvetta avata virtausreittejä myös kaivamalla. Padotuskorkeutta mietittäessä on otettava huomioon vedenpinnan nousun vaikutus suon reuna-alueilla ja yläpuolisen uoman rannoilla. Kalojen ja rapujen kulku Kirkkojärvestä Sopajärveen voidaan varmistaa pohjapadon tarkoituksenmukaisella muotoilulla.

Jotta kosteikon toteuttaminen onnistuisi ja sen vaikutukset Kirkkojärveen olisivat veden laatua parantavia, täytyy kosteikko rakenteineen suunnitella huolella. Tämän takia ehdotetaankin tarkempaa kosteikkosuunnittelua, jossa selvitetään mm. kosteikkoalueen mitoitus, toimivuus, rakenteet ja veden virtaussuunnat. Samoin vaikutukset vesiensuojellisuudessa mielessä täytyy arvioida. Lisäksi suunnitte-

lun yhteydessä tulee arvioida, tarvitaanko kosteikon rakentamiseen vesilain mukainen lupa.

6.1.2 Haja-asutuksen aiheuttama kuormitus

Haja- ja loma-asutuksen osuus ulkoisesta fosforikuormituksesta on noin 6 %. Tämä vastaa noin 140 kg fosforia vuodessa. Myös tähän kuormituslähteeseen pitää kiinnittää huomiota ja vähentää sitä. Haja-asutuksen jätevesien fosfori on suoraan leville käyttökelpoisessa muodossa, minkä vuoksi jätevesikuormitus rehevöittää järveä hyvin helposti.

Lainsäädäntö muuttui jätevesien käsittelyn osalta vuonna 2003. Tällöin annettiin asetus talousjätevesien käsittelystä vesihuoltolaitosten viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla. Asetuksen mukaan jätevesistä on saatava puhdistettua 85 % fosforista ja 40 % typestä. Kunta voi lieventää tai tiukentaa kyseisiä määräyksiä. Vesiensuojelun kannalta tärkeälle alueelle voidaan myös antaa määräys jätevesien johtamisesta alueen ulkopuolelle tai kokonaan pois kuljettamisesta. (Mattila 2005) Kiinteistökohtaiset jätevedet on käsiteltävä nykyisen käsityksen mukaan maaperäkäsittelyllä tai laitepuhdistamoissa, joissa esikäsittelyä ovat saostussäiliöt. Saostussäiliöt on tyhjennettävä vähintään kaksi kertaa vuodessa. Vesiensuojelun kannalta kiinteistökohtaisten kuivakäymälöiden käyttö on erittäin suositeltavaa. Kuivakäymälä on käymälä, joka ei käytä vettä virtsan eikä ulosteiden kuljettamiseen. Kuivakäymälän on oltava tiiviillä pohjalla, eikä käymälästä saa valua nesteitä maahan. (Hinkkanen 2006).

Paras tapa haja-asutuksen jätevesien käsittelylle on yleiseen viemäriverkoston liittymisen. Monissa kunnissa viemäriverkostoa laajennetaan jatkuvasti. Myrskylän keskusalue kuuluu viemäriverkoston ja tuleva uusi Kartanonmäen asuinalue tullaan liittämään laajennettuun viemäriverkoston. Pelkkä vesijohtoverkoston laajennus ei ole hyvä asia vesiensuojelulle vaan se kasvattaa vesistöön kohdistuvaa kuormitusta, jos vesijohdon lisäksi ei ole viemärintä.

6.1.3 Kotieläinten aiheuttama kuormitus

Kirkkojärven valuma-alueella on Myrskylän puolella kymmenkunta vuohia. Hevosia saattaa olla "lemmikkeinä" muutamia, mutta suuria määriä hevosia ei ole. Osa valuma-alueesta ulottuu Orimattilan puolelle. Näitä tietoja ei kuitenkaan saatu selvitettyä. Toisaalta Orimattilan puolen alue sijaitsee valuma-alueen pohjoisosassa, hyvin kaukana Kirkkojärvestä. Karttatarkastelun perusteella näyttäisi, että alueella on enemmänkin peltoviljelyä kuin kotieläintaloutta. Tässä raportissa annetaan kuitenkin ohjeita kotieläinten aiheuttaman kuormituksen vähentämiseksi.

"Kotieläintalouden vesistökuormitusta vähennetään käyttämällä ympäristönsuojelullisesti tehokkaita lannan käsittely-, varastointi- ja levitystapoja. Hevostalleilla syntyy paljon lantaa, joka kuivutetaan sahanpuruun, turpeeseen, olkeen tai kutterinlastuun. Samoin karjatalous tuottaa lantaa. Lanta on varastoitava tiivis pohjaisessa lantalassa, joka on mitoitettu 12 kuukauden aikana kertyvälle lantamäärälle. Nitraattiasetus kieltää lannan levityksen 15.10. - 15.4. välisenä aikana. Jos maa on sula ja kuiva, lantaa voidaan levittää 15.11. asti ja lannan levitys voidaan aloittaa keväällä aikaisintaan 1.4. Lantaa ei saa levittää routaantuneeseen tai lumipeitteeseen eikä veden kyllästämään maahan. Lannan levitys on kielletty viisi metriä lähempänä vesistöä. Seuraavan viiden metrin leveydellä lannan pintalevitys on kielletty, jos pellon kaltevuus ylittää kaksi prosenttia. Lannan pintalevitys on aina kielletty pellolla, jonka keskimääräinen kaltevuus ylittää 10 prosenttia" (Ympäristöministeriö 2009). "Syksyllä pelto on lannan levityksen jälkeen välittömästi, viimeistään vuorokauden kuluessa, mullattava tai kynnettävä. Suosituksena on mul-

lata pelto noin neljän tunnin kuluessa levityksestä. Tärkeätä on poistaa hevosten sonta kasvipeitteettömistä ulkotarhoista ja tarvittaessa myös muilta ulkoilualueilta riittävän usein. Mitä enemmän hevonen oleskelee ulkona, sitä enemmän ulosteita ja niiden mukana ravinteita jää maastoon. Hevosten jaloitellessa ympärivuotisesti on vaarana erityisesti kasvipeitteettömillä alueilla, että ravinteita huuhtoutuu vesiuomiin sade- ja sulamisvesien mukana" (Ympäristöministeriö 2003).

"Eläinsuojan toimintaan kuuluvat maitohuoneen ja eläintilojen pesuvesien varastointi, käsittely ja hyödyntäminen (YSA 11 §). Eläinsuojassa syntyvät pesu- ja jätevedet on johdettava ja käsiteltävä siten, ettei niiden johtamisesta aiheudu ympäristön pilaantumista" (Ympäristöministeriö 2009). "Talleilla jätevesiä syntyy tallitilojen pesusta ja mahdollisesta hevosten pesupaikasta sekä henkilökunnan pesu- ja käymälävesistä. Tallin jätevedet voidaan johtaa joko yhteiskäsittelyyn asuinrakennuksen jätevesien kanssa tai vaihtoehtoisesti erilliseen järjestelmään. Asetuksen mukaan pelkkä sakokaivokäsittely ei ole enää riittävän tehokas jätevesien puhdistusmenetelmä. Hyväksyttävä käsittely silloin, kun järjestelmään johdetaan myös vesikäymälän jätevesiä, on olosuhteista ja jäteveden laadusta riippuen esimerkiksi maasuodatin tehostettuna fosforin poistolla tai vastaava pienpuhdistamo. Mikäli rakennuksessa on kuivakäymälä tai kompostoiva käymälä, muille jätevesille riittää esimerkiksi pelkkä maasuodatin" (Ympäristöministeriö 2003).

"Maitohuoneiden jätevedet sisältävät maitohuoneen pesuvesiä ja ne voivat sisältää myös sosiaalitilojen käymäläjätevesiä. Maitohuoneen pesuvedet sisältävät desinfiointiaine-, pesuaine- ja maitojäämiä. Jos maitohuoneen pesuvedet sisältävät käymäläjätevesiä, ne ovat jätevesiasetuksen tarkoittamaa talousjätevettä ja ne tulee käsitellä asetuksen vaatimukset täyttävällä tavalla. Jätevedet tulee tällöin johtaa kunnalliseen jätevesiviemäriin alueilla, joilla se on mahdollista, johtaa erilliseen säiliöön ja toimittaa ympäristöluvan omaavaan laitokseen käsiteltäväksi tai käsitellä erillisessä eläinsuojan yhteyteen sijoitetussa puhdistamossa" (Ympäristöministeriö 2009).

6.1.4 Hulevesien aiheuttama kuormitus

Tiivis kaupunkirakentaminen muuttaa merkittävästi veden luontaista kiertoa. Pintavalunnan osuus kasvaa päällystettyjen pintojen lisääntyessä. Sade- ja sulamisvedet eivät pääse imeytymään maaperään, vaan valuvat sadevesiviemäriin ja niistä useimmiten käsittelemättöminä vesistöihin. Vesistöissä veden laatu heikkenee, koska vesi huuhtoo mukaansa pinnoilta ravinteita, kiintoainetta, raskasmetalleja ja muita haitta-aineita (Tornivaara-Ruikka 2006).

Asemakaava-alueilla pitäisi pyrkiä siihen, ettei niillä aiheutettaisi virtaamien kasvua. Tämän seurauksena kaavoitettavien alueiden selvitysten määrät kasvaisivat. Maaperäselvitysten avulla pitää selvittää maaperän imemiskyky ja suunnitella tarvittavat viivytysaltaat ja kosteikot. Kunnan kannalta hulevesien imeyttäminen tai huleveden johtaminen viherpainanteisiin voi pienentää hulevesiviemäreiden mitoituksia ja lisärakentamisia (Tornivaara-Ruikka 2006).

Kirkkojärven valuma-alueen kaava-alueelle tulee laatia hulevesien hallintasuunnitelma. Suunnitelmassa selvitetään hulevesien määrä ja valumareitit ja esitetään näiden hallintamenetelmät. Etenkin uudella Kartanonmäen asuinalueella tulisi huomioida hulevesien kuormituksen vähentäminen.

6.2 Vesikasvien poisto

Vesikasvien poistamisella ei yleensä paranneta veden laatua vaan tarkoituksena on lisätä avointa vesialaa ja näin helpottaa uimista, veneilyä ja kalastusta. Veden laatu

voi kuitenkin parantua, jos veden virtaus alueella paranee vesikasvien poiston jälkeen. Tällöin esim. tiiviissä kasvustossa esiintyvät happikadot saattavat vähentyä. Vesikasveja voidaan myös poistaa maisemallisista syistä siten, että avovesi ja kasvillisuus muodostavat mosaiikkimaisen kuvion. Vesikasveilla on suuri merkitys eläinplanktonille, koska ne tarjoavat suojapaikkoja niille kalojen saalistusta vastaan (Perrow ym. 1999; Hagman 2005). Eläinplankton koostuu mm. vesikirpusta, jotka syövät leviä. Jos eläinplanktoniin kohdistuu suurta saalistusta, kasviplanktonin eli levien määrä voi kasvaa. Lisäksi vesikasvien pinnoilla on kiinnittyneinä epifyyttisiä leviä, joiden käyttämät ravinteet jäävät poiston jälkeen kasviplanktonille. Vesikasvit tarjoavat myös suojaa ja ravinnonhankintapaikkoja kalanpoikasille ja kutupaikkoja aikuisille kaloille. Samoin vesikasvien merkitys vesilinnuille on ilmeinen. Ylitiheän kasvillisuuden harvennus on usein tärkeää kalaston ja linnuston elinolojen kannalta. Järveen laskevien ojien suissa vesikasvillisuus on tärkeä ravinteiden pidättäjä. Etenkin peltovaltaisilla rannoilla ja ojien suistoissa tulee liiallista vesikasvien poistoa varoa. Vesikasvien niitossa on erittäin tärkeää kerätä kasvijätteet järvestä, jottei järveen jää hajoavaa ainesta, joka kuluttaa happea ja vapauttaa ravinteita.

Vesikasveista uposlehtiset ottavat osan ravinteistaan vedestä lehdillään, kun taas ilmaversoiset ja kelluslehtiset ottavat ravinteet sedimentistä (Wetzel 2001). Kaikki vesikasvit tarvitsevat valoa yhteyttämiseensä. Sameissa vesissä ei yleensä tästä syystä ole uposlehtisiä (Hyytiäinen 2000). Uposlehtisiin kuuluvien vesikasvien häviäminen kertookin veden laadun huonontumisesta.

Kirkkojärven vesikasvillisuus on pääosin vähäistä. Luusuan kohdalla kasvillisuutta on enemmän, samoin Myllysuolta tulevan Myllyojan edustalla. Kirkkojärven kasvillisuus koostuu järviruo'osta ja osmankäämistä. Järvikoretta on muutamissa paikoissa. Lisäksi esiintyy uistinvitaa, pystykeiholehteä ja saroja. Järviruo'on poisto on tuloksellista, kunhan niitetään tarpeeksi usein. Paras ruovikon niittoaikakohta on heinäkuun puolestavälistä elokuun puoleenväliin. Jos niitetään useammin kuin kerran kesässä, ensimmäinen niittokerta voi olla kesäkuun lopulla (Kääriäinen & Rajala 2005). Jotta osmankäämin vähentäminen onnistuisi, täytyy niitto toistaa muutama kertaan. Maalla kasvavien osmankäämien poistossa täytyy käyttää muita menetelmiä. Ajelehtivien, irronneiden osmankäämilautojen poisto vaatii usein kaivinkonetta, jotta ne saadaan nostettua ylös järvestä. (Kääriäinen & Rajala 2005). Uistinvidan niitosta on sekä huonoja että hyviä kokemuksia. Uistinvidan poisto vaatii useita niittokertoja, koska kasvi on hyvin sitkeä. Sen pehmeä varsi vaikeuttaa niittoa, koska se taipuu helposti niittoterän edessä ja sotkeutuu siihen (Kääriäinen & Rajala 2005). Järvikortetta voidaan niittää, mutta kaikki leikkuujätteet pitää kerätä huolellisesti pois järvestä. Korte pystyy lisääntymään edellisenä vuonna leikattujen versojen jokaisesta nivelestä, jolloin sen leviäminen tehostuu, jos leikkuujätteitä jää järveen. (Kääriäinen & Rajala 2005)

Vesikasvien poistosta voi aiheutua leväkukintoja. Tämä johtuu siitä että, niittäminen saattaa jättää ravinteita kasviplanktonin käyttöön, kun kasvien pinnoilla kiinnittyneinä olleet epifyytiset levät poistuvat niittojätteen mukana. Leviä kontrolloiva eläinplankton saattaa myös menettää niitossa suojapaikkansa ja altistuu kalojen saalistukselle, minkä seurauksena levien määrä voi kasvaa. Vesikasvillisuus saattaa myös korvautua toisilla, vaikeammin poistettavilla lajeilla.

Vesikasvien niiton laajuus vaikuttaa luvantarpeeseen. Pienimuotoinen niitto ei vaadi lupia, vähäistä suuremmasta niitosta on tehtävä ilmoitus kuukautta ennen toimenpiteeseen ryhtymistä vesialueen omistajalle ja ympäristökeskukselle. Vesikasvien poistolle arvioidaan kustannuksiksi 85 – 500 euroa niitettyä hehtaaria kohden vuodessa (Airaksinen 2004).

Vesikasvien vähäistä suuremmasta poistosta kannattaa tehdä tekninen suunnitelma, josta ilmenee mistä kasveja on poistettu, mitä kasveja poistetut kasvit ovat

lajiltaan ja paljonko niitä on poistettu. Suositeltavaa on, että poisto olisi vain paikallista ja osittaista. Vesikasvien poiston vaikutuksia tulee seurata vuosittain. Tärkeää olisi seurata, miten kasvillisuuden levinneisyys muuttuu. Tämä kannattaa tehdä piirtämällä karttaan kasvillisuusrajat. Seuranta tulee tehdä aina samaan vuoden aikaan. Seurannassa tulee myös kirjata ylös havainnot kasvilajien korvaumisista toisilla lajeilla.

6.3 Kalaston hoito

6.3.1 Tehokalastus

Järven eliöyhteisön rakennetta on mahdollista muuttaa tehokalastamalla. Tällöin kasviplanktonin määrän pitäisi vähentyä. Yhteisön jäsenillä on keskinäisiä vuorovaikutuksia toisiinsa. Kun yhdestä tulee runsas, niin joku vähenee - ja päinvastoin. Tähän ajatukseen perustuu tehokalastus eli biomanipulaatio (Shapiro 1980).

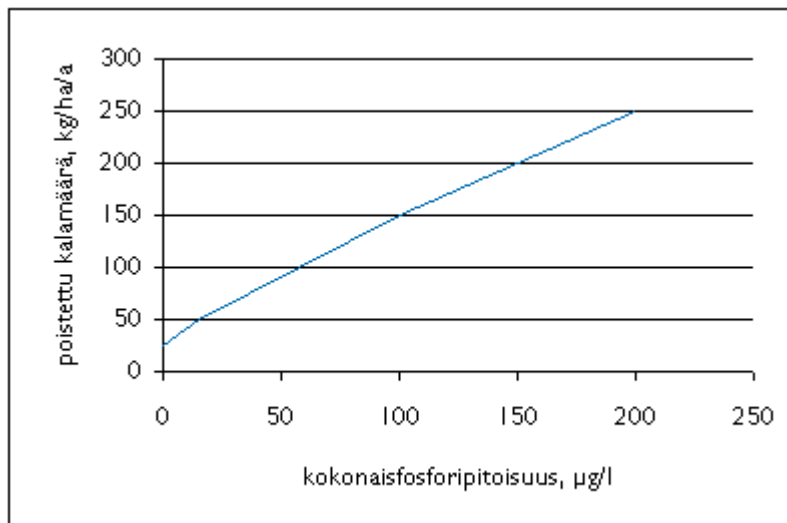
Kasviplanktonin eli levän määrää kontrolloivat toisaalta vedessä olevat ravinteet ja valo, toisaalta eläinplankton laidunnuksensa kautta. Sellaiset kalat ja selkärangattomat pedot, jotka käyttävät eläinplanktonia ravinnokseen voivat säädellä eläinplanktonin määrää. Eläinplanktonin määrän pitäisi kasvaa, kun kalastetaan eläinplanktonia syöviä kaloja. Tällöin vastaavasti kasviplanktonin määrän pitäisi vähentyä. Tehokalastusta voidaan tukea istuttamalla petokaloja. Petokalat kontrolloivat eläinplanktonia syövien kalojen määrää. Menetelmällä voidaan myös vähentää järven sisäistä kuormitusta. Pohjalta ravintonsa hankkivat kalat pölyttävät pohjaa ja näin vapauttavat ravinteita yläpuoliseen vesimassaan (Sammalkorpi ja Horppila 2005). Pyynnin kohdistuessa näihin kaloihin, niiden aiheuttama pohjan pölytyks vähenee ja kasviplanktonin käytettävissä olevat ravinnemäärät vähentyvät. Tehokalastuksen seurauksena vesi voi kirkastua ja siitä taas saattaa seurata vesikasvillisuuden voimakasta leviämistä. Jottei järven kalasto ala muuttua uudelleen särkikalavaltaiseksi, tehokalastuksen on oltava tarpeeksi tehokasta ja sen jälkeen on jatkettava tarpeeksi tehokasta ja jatkuvaluonteista hoitokalastusta. Muutamana lämmin kesä ilman kalastusta voi jo alkaa hivuttaa kalastoa särkien suuntaan. Petokalakannoissa muutosta ei välttämättä näy, jos niitä kalastetaan paljon. Periaatteessa petokalakantojen pitäisi vahvistua, kun niiden poikasilla ei olisi niin suurta ravintokilpailua särkikalojen poikasten kanssa. Tämä on usein pätenyt kuhan poikasten kohdalla. Jos petokaloja kuitenkin kalastetaan paljon, ne eivät välttämättä kerkeä lisääntymään ennen poispyytämistään, minkä takia kannan koko ei pääse kasvamaan.

Kirkkojärvenessä on tehty tehokalastuksia vuosina 1998 ja 1999 Uudenmaan ympäristökeskuksen tehokalastusryhmän toimesta. Tällöin kalasto oli särkikalavaltaisen. Tehokalastuksen tavoitteena voi olla veden laadun parantaminen tai pelkästään sen huonontumisen pysäyttäminen. Samoin voidaan haluta parantaa ainoastaan kalaston rakennetta. Kirkkojärven tehokalastuksen tavoitteena olisi sekä parantaa kalaston rakennetta että veden laatua, mistä johtuen seuraavaksi esitetyt saalistavoitteet ovat suuret.

Kuinka paljon Kirkkojärvestä on poistettava kaloja?

Kirkkojärven kalaston tämänhetkistä tilaa ei tiedetä, mutta sen voidaan olettaa olevan särkikalavaltaisen. Järvelle suositellaan tehokalastusta nuottaamalla. Samalla saadaan selville kalaston tila. Jos rakenne osoittautuukin paremmaksi, voidaan siirtyä nopeammin hoitokalastusvaiheeseen. Veden kokonaisfosforipitoisuuden mukaan voidaan arvioida saalistavoitetta (kuva 18). Jos kokonaisfosforipitoisuus on alle 50 µg/l, sopiva saalistavoite on 50 – 100 kg/ha/a (Sammalkorpi ym.

1999). Vuoden 2005 kesäaikaisen kokonaisfosforipitoisuuden keskiarvon (91 µg/l) mukaan saalistavoitteeksi tulisi n. 140 kg/ha/a (kuva 8).



Kuva 18. Poistettavan kalabiomassan arvioiminen veden kokonaisfosforipitoisuuden perusteella (Sammalkorpi ym. 1999).

Jeppesenin ja Sammalkorven (2002) mukaan poistettavan kalabiomassan (kg/ha) voi laskea yhtälön $16,9 \cdot TP^{0,52}$ mukaan, jossa TP = kokonaisfosforipitoisuus µg/l. Poistettavaksi kalabiomassaksi tulee tällä menetelmällä n. 175 kg/ha, kun käytetään heinäkuun 2005 kokonaisfosforipitoisuutta (91 µg/l).

Ravintoketjukurinnotus vaatii vesialueen omistajan luvan. Samoin tehokaslastusta tekevillä talkoolaisilla tulee olla valtion kalastuksenhoitomaksu suoritettuna. Ravintoketjukurinnotus maksaa noin 33 – 750 euroa/ha (Airaksinen 2004).

6.3.2 Rapukannan hoito

1970-luvulla Kirkkojärvi oli erinomainen rapujärvi. Vuonna 1978 rapurutto tuhosi kannan. Myrskylänjokeen on istutettu täplärapuja 1990-luvun lopulla. 2000-luvulla koeravustuksissa on saatu Myrskylänjoen alueella myös jokirapuja. Kirkkojärveen on istutettu myös ankeriaita.

Ravut ovat herkkiä veden laadun muutoksille. Koska ravut ovat hidasliikkeisiä, ne eivät ehdi siirtyä paremmille elinalueille. Niiden elinympäristöä haittaavat useimmiten ruoppaukset, veden pinnan säännöstelyt, jokien perkaukset, ojitukset ja vesien pilaantuminen yleensä. Erityisesti pohjan liettyminen aiheuttaa rapukannan taantumista. Ravut käyttävät ravinnokseen pohjaeläimiä ja vesikasvillisuutta ja näiden tuhoutuminen toimenpiteiden tai esim. liettymisen seurauksena heijastuu suoraan rapukantaan. Ravut tarvitsevat myös runsashappista vettä. Kesällä veden lämpötilan ollessa yli 15 astetta, happea pitää olla 5 mg/l, jotta ravut pärjäävät (Tulonen ym. 1998).

Kaloista etenkin ahven, ankerias, made ja hauki syövät rapuja tehokkaasti varsinkin kuorenlähden aikaan (Tulonen ym. 1998). Ankerias pystyy tunkeutumaan rapujen suojapaikkoihin. Ahven taas on tehokas ravunpoikasten saalistaja rantavesissä. Ankeriasistutukset saattavat estää rapukantaa kasvamasta suureksi. Jos ankeriaita kuitenkin kalastetaan, niiden rapukantaa heikentävä vaikutus jäänee vähäisemmäksi.

Rapukannan tämänhetkisen tilanteen varmistamiseksi voidaan tehdä koeravustus heinäkuun lopulla – elokuun alussa, jolloin ravut ovat aktiivisimmillaan. Olisi hyvä käyttää samanlaisia mertoja eri vuosina tehtävissä ravustuksissa, jolloin tulosten vertailu on helpompaa. Samoin syötti on hyvää pitää aina samana. Pyynnissäoloaika tulee vakioda ja kirjata ylös. Ravustuksesta saadaan yksikkösaaliit (rapua/merta/yö) selville, jolloin voidaan arvioida rapukannan tiheyttä (taulukko 8).

Taulukko 8. Rapukannan tiheyden arvioiminen yksikkösaalistiedon perusteella.

Saalis rapua/merta/yö	Rapukanta
Yli 10	Erittäin tiheä
4 – 10	Tiheä
1 – 4	Kohtalainen
0,1 – 1	Harva
Alle 0,1	Erittäin harva

Kirkkojärven soveltuvuutta rapuille voidaan selvittää maastotutkimuksen avulla. Siinä määritetään mm. pohjan laatu ja mahdolliset suojapaikat, kuten kivet ja puunrungot. Lisäksi olisi hyvä selvittää ravinnoksi kelpaavien pohjaeläinten tiheydet.

Kirkkojärveen voidaan istuttaa rapuja korvaamaan taantunutta kantaa ja jos voidaan olettaa, että olosuhteet ovat rapuille suotuisia. Olosuhteiden suotuisuutta voidaan tutkia sumputuskokeilla ja periaatteessa istutuksin. Istutukset tulee tehdä elokuun aikana ja ne on suunnattava hyville ravustusalueille. Seuraavana vuonna istutusten onnistumista voidaan seurata koeravustuksella (Tulonen ym. 1999).

6.3.3 Valtaojien ja purojen kunnostus

Kirkkojärveen johtavat valtaojat ja purot voivat toimia kalojen kutupaikkoina. Jos näiden varsille perustettaisiin suojavyöhykkeet, vähentyisi ravinteiden ja kiintoaineen kulkeutuminen vesistöön. Ojat ovat useimmiten suoria, leveitä ja matalia. Virtausolosuhteista tulee monipuolisempia, kun uomaan lisätään mutkaisuutta ja syvyysuhteiden vaihtelua. Mataluus aiheuttaa uoman umpeenkasvua. Kasvillisuus ei saisi olla liian tiheää, jolloin vesi ei pääse virtaamaan riittävästi. Kasvillisuutta ei saa kuitenkaan poistaa kokonaan vaan tehdä kasvuston sekaan kasvillisuudesta vapaa kapea uoma. Tällöin kapeassa uomassa virtaus pysyy hyvänä, vaikka ajankohtaan nähden virtaama olisi alhainen. Kasvillisuutta voidaan myös poistaa laikuittain. Niittojätteet on kerättävä aina tarkasti pois vesistöstä. Valtaojien ja purojen uomiin voidaan myös lisätä soraa, kiviä ja puuainesta, jotta uomasta tulisi parempi ja monipuolisempi elinympäristö niin kaloille kuin muillekin eliöille (Aulaskari ym. 2003).

6.3.4 Kalastuksen järjestäminen ja säätely

Petokaloja tulisi suosia käyttämällä hyväksi pyyntirajoituksia, kutualue ja -aika rauhoituksia ja istutuksia. Myös kutualueita voidaan kunnostaa. Näillä toimenpiteillä on myönteistä vaikutusta järven kuhien ja haukien kasvuun ja määrään.

Kuhan verkkokalastuksessa ehkä kaikkein kriittisin ajankohta on talvi, jolloin kuhat kerääntyvät melko pienille alueille ja ovat helpoimmin verkoilla pyydetä-

vissä. Kotitarve- ja virkistyskalastuksella on voi olla melko suuri vaikutus petokalamäärään sen kohdistuessa lähes pelkästään suurikokoisiin petokaloihin. Kuhan kannalta 55 mm solmuvälin verkot olisivat suositeltavia, jotta kuhat ehtivät lisääntyä ainakin kerran ennen pyytämistään. Tällöin kuhan saalistuotto olisi myös hyvä. Kuhan alimitaksi suositellaan 50 cm:ä.

6.3.5 Kalojen ja rapujen kulku

Kirkkojärven luusuassa on pohjapato, jolla säännöstellään järven veden korkeutta. Tällä hetkellä kalat ja ravut eivät pysty ainakaan vähävetisenä aikana kulkemaan Myrskylänjoesta Kirkkojärveen. Kirkkojärvestä Sopajärveen eliöiden kulku on täydellisesti estetty. Kalastoon ei kuitenkaan kuulu varsinaisia vaelluskalalajeja. Tällä hetkellä luusuan padon muutokselle ei ole ensisijaista tarvetta, mutta tietysti hyvän ekologisen tilan saavuttaminen tätä edellyttäisi. Näitä alueiden kunnostustarpeesta on tehty selvitys (Toivonen 2008).

6.3.6 Kalaston rakenteen seuranta

Tehokalastuksen vaikutuksia kalaston rakenteeseen tulee seurata vuosittain tai joka toinen vuosi koekalastuksin. Samoin tehokalastuksen saalistiedot tulee kirjata ylös. Näistä saa paljon tietoa kalamäärästä, kun taas koekalastukset kertovat enemmän kalojen lajisuhteista. Koekalastuksessa suositellaan käytettävän Nordic-yleiskatsausverkkoja tai kurenuottausta. Nordic-verkkojen avulla on mahdollista havaita pienten, 5 – 10 cm:n mittaisten särkikalojen osuus kalayhteisössä. Verkko-koekalastuksen tuloksiin pitää suhtautua tietyllä varauksella pyydyksen valikoivuuden takia. Isokokoiset särkikalat jäävät usein kokonaan huomaamatta, niin kuin hauetkin. Ahventen määrä taas voi korostua, koska ne jäävät piikkisten eviensä takia verkkoihin helpommin kiinni. Kurenuottaus on vähemmän valikoiva ja antaa paremman käsityksen kalaston rakenteesta. Paras ajankohta koekalastukselle on loppukesä, jolloin järven olosuhteet ja kalojen käyttäytyminen ovat vakaita. Tällöin on erittäin tärkeää kirjoittaa ylös veden lämpötila, verkkojen lukumäärä ja pyyntiaika. Koekalastamalla voidaan arvioida vesistön kalakannan kokoa, kalayhteisön rakennetta ja eri kalalajien runsaussuhteita. Näissä tapahtuvia muutoksia on mahdollista seurata, kun verrataan eri koekalastusten yksikkösaaliita toisiinsa. Yksikkösaaliit ilmoitetaan joko kalojen lukumääränä tai massana verkkoa kohden. Yksikkösaaliissa tapahtuvien muutosten perusteella voidaan arvioida kalakannan suhteellista runsautta. Saaliin keskipaino otetaan ylös lajikohtaisesti. Myös poistopyynnin yksikkö- tai päiväsaaliista on hyvä pitää kirjaa ja tehdä tarkat saalisotannot (Kurkilahti & Rask 1999).

Yhteenveto: Kaloja tulisi poistaa 140 – 175 kg/ha/a tehokalastamalla. Saalismäärän perusteella voidaan tehdä suunnitelmat pyyntiponnistuksen määrästä jatkossa. Todennäköisesti tehokalastusta tulee tehdä intensiivisesti kolme vuotta, jonka jälkeen voidaan siirtyä hoitokalastukseen. Kalastuksen säätelyssä verkkojen solmuväliksi suositellaan 55 mm. Lisäksi kuhan alimitan tulisi olla 50 cm.

6.4 Happipitoisuuden lisääminen

6.4.1 Yleistä hapettamisesta

Hapettaminen estää fosforin vapautumisen sedimentistä. Fosfori sitoutuu rauta- ja mangaaniyhdisteisiin hapellisissa olosuhteissa (Lappalainen & Lakso 2005). Hape-

tuksella voidaan rikkoa järven lämpötilakerrostuneisuus joko tarkoituksella tai tahattomasti. Kesäaikana tästä saattaa seurata sekä hyviä että huonoja vaikutuksia veden laatuun. Voimakas kerrostuneisuus estää ravinteiden siirtymisen alusvedestä pintaveteen, jolloin esimerkiksi leväkukintojen syntyminen on epätodennäköisempää. Kerrostumattomassa järvessä koko vesimassa voi sekoittua jatkuvasti, jolloin myös resuspensio kasvaa (Evans 1994). Resuspensiolla tarkoitetaan sedimentin sekoittumista vesimassaan eli järven pohjaan sedimentoituneet ainekset tulevat käyttöön uudelleen. Kerrostuneessa järvessä tyyni sää voi johtaa vesimassan vakauden kautta sinilevien parempaan kilpailukykyyn (Cooke ym. 2005). Sinilevät voivat säädellä esiintymissyvyyttään kaasuvakuoliensa avulla. Kaasuvakuoli on sinileväsolun sisällä oleva kaasurakkula. Kerrostuneisuuden purkautuminen lisää veden sekoittumista ja nopeasti vajoavat kasviplanktonilajit (esim. piilevät) tulevat kilpailukykyisemmiksi (Cooke ym. 2005).

Hapetuksella on vaikutuksia eliöyhteisön rakenteeseen. Kerrostuvissa järvissä alusvedessä voi olla selvästi pintakerrosta alhaisempi happipitoisuus. Myös matalissa järvissä voi esiintyä selvästi alhaisempia happipitoisuuksia pohjanläheisissä vesissä, vaikka kerrostuneisuus olisikin heikko. Osa vesikirpuista voi hakea suojaa vähähappisuudesta. Toisaalta hapetus on lisännyt vesikirppujen määriä selvästi toisissa tutkimuksissa (Cooke ym. 2005). Näiden tutkimusten mukaan alusveden hapellisuus mahdollistaa eläinplanktonin vaeltamisen syvemmälle suojaan saalistusta.

Jungon ym. (2001) mukaan sekoittumisella voidaan vaikuttaa kasviplanktonin koostumukseen, jos kasviplanktonilajien esiintymistä rajoittaa valon puute. Jos ravinteet ovat rajoittavana tekijänä kasviplanktonille, niin sekoittuminen voi lisätä levien määriä, jos ravinnepitoisuus kasvaa sekoittumisen myötä. Kerrostuneessa järvessä päällysvedessä yhteyttäminen johtaa alhaiseen hiilidioksidipitoisuuteen ja sitä kautta korkeaan pH-arvoon. Alusvedessä on vastaavasti korkea hiilidioksidipitoisuus ja alhainen pH-arvo. Sekoittumisen myötä alusveden pH-arvo voi nousta, jolloin fosforia saattaa alkaa vapautua sedimentistä.

6.4.2 Hapettaminen yhtenä Kirkkojärven kunnostusmenetelmänä

Kirkkojärven on esiintynyt happikatoja talvisin. Noin 75 % koko vesitilavuudesta on pinnan ja kahden metrin välillä. Kahdesta kolmeen metriin ulottuvalla syvyysluokalla on noin 20 % tilavuudesta (taulukko 9). Kirkkojärven on ollut pahimmillaan jo yhden metrin syvyydessä lähes täydellinen happikato. Pinta-alasta kahden metrin syvyydestä alaa on noin 70 % koko järven alasta. 2,5 m:n syvyydestä vettä on puolet koko järven pinta-alasta.

Taulukko 9. Kirkkojärven syvyysluokat

Syvyysluokka	Tilavuus, 10 ³ m ³	Osuus (%) tilavuudesta
0 – 1	1489,51	41
1 – 2	1285,38	35
2 – 3	785,98	21
3 – 4	96,28	2,6
4 – 5	0,61	0,02
yhteensä	3657,76	100

Talviaikaan Kirkkojärveen syntyy luonnollinen lämpötilakerrostuneisuus. Kesäaikana järvi ei kerrostu mataluutensa vuoksi. Koska vesi pääsee sekoittumaan kesäisin, eivät happikadot ole silloin ongelma. Talvisin Kirkkojärvessä on ollut happikatoja, mutta ne eivät ole nostaneet kokonaisfosforipitoisuuksia hapellisia talvia korkeammaksi. Kokonaisfosforipitoisuuksia ei ole kuitenkaan mitattu aivan pohjan läheltä, missä ne ovat saattaneet olla hyvinkin korkeita.

Toisaalta Kirkkojärven sedimentillä todetaan olevan suuri merkitys pintaveden korkeaan ravinnepitoisuuteen (Heikkilä 2008). Koska 2,5 metrin syvyistä aluetta on järven pinta-alasta noin puolet, kannattaa järven kunnostamisessa harkita talviaikaista hapettamista. Kirkkojärvelle esitetään tehtäväksi tarkempi hapetus-suunnitelma, mistä ilmenee juuri kyseiseen järveen teholtaan ja muilta ominaisuuksiltaan sopiva laitteisto, järven hapetustarve ja laitteen sijainti.



Kuva 19. Kirkkojärven uimarannan rantakiviä. Kuva: Anne-Marie Hagman

7 Soveltumattomat menetelmät

7.1 Vedenpinnan nosto

Kirkkojärven vedenpintaa ei ole tarpeellista nostaa. Järvi ei kärsi mataluudesta aiheutuvista haitoista, eikä siinä ole umpeenkasvua.

7.2 Fosforin kemiallinen saostaminen

7.2.1 Rauta- tai alumiiniyhdisteet

Fosforin kemiallisella saostamisella alennetaan veden kokonaisfosforipitoisuutta ja fosforin vapautumista sedimentistä. Saostuksessa käytetään rauta- tai alumiiniyhdisteitä. Rautayhdisteet vaativat toimiakseen hapelliset olot, alumiiniyhdisteet toimivat hapettomissakin olosuhteissa. Alumiiniyhdisteiden haittana on niiden voimakas happamoittava vaikutus, mistä saattaa seurata kalakuolemia. Veden fosforipitoisuuden alenemisen myötä kasviplanktonin määrä vähenee ja vesi kirkahtuu. Tämän seurauksena vesikasvillisuus saattaa levitä voimakkaasti. Etenkin uposlehtiset vesikasvit voivat muodostaa tiheitä kasvustoja. Saostuksen vaikutukset ovat lyhytaikaisia, minkä takia käsittely saatetaan joutua uusimaan muutaman vuoden välein (Oravainen 2005).

Fosforin kemiallista saostamista ei kannata tehdä lyhytviipymäisissä järvissä. Oravaisen (2005) mukaan veden viipymän ollessa alle 1 – 2 vuotta, korvautuu järvestä oleva vesi nopeasti uudella valumavedellä, joka voi olla ravinteikasta ja josta saostuskemikaali puuttuu. Kirkkojärveen kohdistuu erittäin paljon ulkoista kuormitusta ja sen viipymä on noin 90 päivää. Tämän takia fosforin kemiallista saostamista ei suositella järven kunnostusmenetelmäksi.

7.2.2 Happikalkki eli kalsiumperoksidi

Kalsiumperoksidia (CaO_2) voidaan levittää järveen esimerkiksi veneestä käsin, jolloin se uppoaa sedimentin pintakerrokseen. CaO_2 hajoaa hitaasti reagoiessaan veden kanssa, jolloin vapautuu happea ja kalsiumhydroksidia. Tällöin sedimentin ja veden happipitoisuuden pitäisi nousta ja aerobisten mikrobien määrä kasvaa. Samoin hajotustoiminnan pitäisi vilkastua (Nykänen 2009).

Menetelmän etuja on muutamia. Happikalkki luovuttaa happea pitkän aikaa. Veden pH-arvon nousu ei ole kovin suurta. Menetelmä ei muuta sedimentin rakenteellisia olosuhteita, koska sedimenttiä ei tarvitse pöyhiä koneellisesti. Työkustannukset ovat pieniä, eikä menetelmään liity huoltokustannuksia (Nykänen 2009).

7.2.3 Phoslock

Phoslock on hyvin kokeellisella asteella oleva uusi kunnostusmenetelmä kemiallisten menetelmien joukossa. Sitä ei ole vielä testattu Suomessa kenttäolosuhteissa. Phoslock (LaCl_3) on savituote, jossa bentoniittisavea ja lantaniumia (La^{3+}). Lantanium sitoo fosforia (LaPO_4). Ainetta käytetään pääosin sinileväkukintojen vähentämiseen. Phoslockin pH-arvo on välillä 7,0 -7,5. Lantanium ei keräänny kalojen lihaksiin. Mutta sillä voi olla toksisia vaikutuksia eliöstöön (esim. *Daphnia*-vesikirput); jos veden alkaniteetti alhainen. Myös veden kovuus ja pH-arvo ovat

tärkeitä. Annostelu laskettava vesistökohtaisesti, jotta toksisuusvaikutuksilta välttyttäisiin. Aineen levityksessä on käytettävä suojavarusteita, jotka estävät aineen joutumista silmiin, iholle ja hengitysteihin.

Kyseisestä menetelmästä tiedetään vielä liian vähän, jotta sitä voisi suositella Kirkkojärven kunnostukseen. Etenkin mahdolliset toksisuusvaikutukset ovat huolestuttavia.

7.3 Sedimentin poistaminen

Ruoppauksella tarkoitetaan pohjasedimentin poistamista järvestä. Yleensä menetelmän tavoitteena on järven vesisyvyyyden ja -tilavuuden lisääminen, ravinnekieron vähentäminen veden ja sedimentin välillä, kasvillisuuden vähentäminen ja saastuneiden tai myrkyllisten aineiden poistaminen järvestä. Lisäksi ruoppauksilla voidaan parantaa esim. uimarantojen käyttökelpoisuutta (Viinikkala ym. 2005).

Kirkkojärven sedimentti luovuttaa ravinteita yläpuoliseen veteen. Ruoppaus on menetelmänä hyvin kallis ja ruopattu massa vaatii suuria läjitysalueita. Tästä syystä ruoppausta ei ole käytetty Suomessa veden laadun parantamiseen, vaan virkistyskäytön lisäämiseen. Koska Kirkkojärveen kohdistuu erittäin paljon ulkoista kuormitusta, ruoppausta ei tällä hetkellä nähdä suositeltavana kunnostusmenetelmänä. Jotta vedenlaatua saataisiin parannettua ruoppauksella, täytyy ulkoisen kuormituksen olla selvästi nykyistä vähäisempää. Lisäksi ruoppaus tulisi Kirkkojärven koon vuoksi erittäin kalliiksi, eikä kaikelle poistettavalle massalle välttämättä löytyisi läjitysalueita. Järkevämpää on vähentää ulkoista kuormitusta ja miettiä talviaikaisten happikatojen ehkäisyä sekä kalaston rakenteen korjaamista.

8 Seuranta

Kirkkojärven veden laatua tulee seurata. Olisi hyvä, jos vesinäytteitä pystyttäisiin ottamaan vuosittain kolme kertaa kesässä ja kerran talvella. Jos näytteitä ei ole mahdollista ottaa montaa kertaa kesässä, niin paras ajankohta niiden ottamiselle on heinä-elokuu. Joka toinenkin vuosi tehtävä seuranta antaisi tietoa järven tilan kehityksestä. Talviaikana riittää yksi analyysi (maaliskuu), mutta happipitoisuutta kannattaisi seurata useammin. Kesällä vedestä kannattaa määrittää ainakin kokonaisfosfori- ja kokonaistyyppipitoisuus, klorofylli-a-pitoisuus ja happipitoisuus. Myös veden pH, väri ja sameus kannattaa selvittää. Talvella näytteestä kannattaa analysoida ainakin kokonaisfosfori- ja kokonaistyyppipitoisuus ja happipitoisuus.

Happipitoisuuden seuranta varten olisi kannattavaa ostaa happimittari. Mittarin avulla happea voidaan seurata vaikka viikoittain. Happea kannattaa seurata kuitenkin vähintään kerran kuukaudessa. Happi kannattaa mitata pinnasta että pohjan läheltä. Pintanäyte kannattaa ottaa 50 – 100 cm:n syvyydestä. Happea voi mitata tämän jälkeen metrin välein ja kirjata lukemat ylös. Syvyyden määrittämistä varten kannattaa merkitä happimittarin kaapeliin pituus 50 cm:n välein ilmastointiteipillä. Happimittari tulee kalibroida laitteen mukana tulevien ohjeiden mukaan sekä huolehtia, että sen mittausanturissa on mittauksen onnistumiseen vaadittavia kemikaaleja. Samoin happimittarin huolto on järjestettävä laitteen ohjeiden mukaisesti.

Ranta-asukkaiden kannattaisi sopia järven näkösyvyyden jatkuvasta seurannasta, koska näkösyvyyden seurannalla saadaan selville helposti muutokset veden laadussa.

Tehokalastuksen tuloksellisuutta tulisi seurata jatkuvilla saalisotoksilla sekä määrääjain tehtävin koekalastuksin.

Kuormituksen seuranta on vaikeampaa, koska luotettavien tulosten saaminen vaatii suuria näytemääriä. Suuntaa-antavia tuloksia voi saada seuraamalla silmämääräisesti veden samentumista sateiden jälkeen.

Vesikasvillisuutta kannattaa seurata, vaikka järvessä se ei aiheuttaisikaan ongelmia. Paikalliset toimijat voisivat hyvin vastata kasvillisuuden seurannasta. Etenkin tehokalastuksen jälkeen on hyvä tarkkailla kasvillisuuden leviämistä. Tärkeää olisi merkitä vuosittain karttaan kasvillisuusrajat ja kasvilajit ja tarvittaessa tehdä tarkempia kasvillisuuskartoituksia 2 – 3 vuoden välein. Kasvustot kannattaa myös valokuvata, jolloin niiden tunnistamisen voi varmentaa asiantuntijalla.

9 Yhteenveto

Kirkkojärveen kohdistuu laskennallisesti arvioituna erittäin paljon ulkoista kuormitusta. Järven kunnostuksessa on tärkeintä ulkoisen kuormituksen vähentäminen. Ulkoista kuormitusta tulee eniten peltoviljelystä, joten toimenpiteet pitää suunnata juuri maatalouden kuormituksen vähentämiseen. Hulevesien hallintaa kannattaa suunnitella asemakaava-alueella.

Kirkkojärven kalasto on särkikalavaltainen, ja sen rakennetta on yritetty muuttaa tehokalastamalla, jota suositellaan jatkettavan. Jotta kyseisellä menetelmällä voidaan vaikuttaa veden laatuun, sen pitää olla tarpeeksi tehokasta. Kalastuksen säätelyssä kannattaa ottaa huomioon kuhalle sopivat suositukset, kuten verkkojen solmuvälirajoitus ja alamitta.

Kirkkojärven kasvillisuutta voidaan poistaa luusuan edustalta ja muiltakin rannoilta, jossa se haittaa virkistyskäyttöä. Kasvillisuus ei kuitenkaan aiheuta paljoa ongelmia järvessä, joten kyseinen toimenpide on hyvin vähäinen ja paikallinen.

Hapetus olisi yksi vartenotettava kunnostusmenetelmä. Kirkkojärven talviaikaista hapettamista kannattaa harkita. Järvelle esitetään tehtäväksi tarkempi hape-tussuunnitelma, mistä ilmenee juuri kyseiseen järveen teholtaan ja muilta ominaisuuksiltaan sopiva laitteisto, järven hapetustarve ja laitteen sijainti.

Kirkkojärven ja Sopajärven välissä olevalle Myllysuolle ehdotetaan kosteikko-suunnittelua, jossa selvitetään mm. kosteikkoalueen mitoitus, toimivuus, rakenteet ja veden virtaussuunnat. Lisäksi suunnittelun yhteydessä tulee arvioida, tarvitaanko kosteikon rakentamiseen vesilain mukainen lupa. Tällä toimenpiteellä voidaan vähentää Kirkkojärveen tulevaa ulkoista kuormitusta. Sopajärvi on Kirkkojärven tavoin rehevä järvi, joka kärsii suuresta ulkoisesta kuormituksesta ja talviaikaisista happikadoista. Jos Sopajärvestä vapautuu sisäisen kuormituksen takia ravinteita, lisäävät ne Kirkkojärven ulkoista kuormitusta. Kosteikko voi vähentää tätä, mutta myös Sopajärven tilaa ja kunnostustarvetta kannattaa selvittää.

Veden laadun seuranta on erittäin tärkeää, jotta eri menetelmien vaikutukset järven tilaan nähdään ajoissa. Tällöin on mahdollista tehostaa jotain toimintaa ja siirtyä johonkin vaihtoehtoiseen tapaan, jos tila esimerkiksi huononee. Happipitoisuuden seuranta varten suositellaan ostettavan happimittari, jonka käytön joku paikallisista opettelee huolellisesti.

LÄHTEET

- Alakukku L. 2004. Suorakylvö. *Vesitalous* 45 (3): 31 – 32.
- Aulaskari H., Lempinen P. & Yrjänä T. 2003. Kalataloudelliset kunnostukset. Teoksessa Luonnonmukainen vesirakentaminen (toim. Jormola J., Harjula H. & Sarvilinna A. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. Suomen ympäristö nro 631.s. 72 – 87. ISBN 952-11-1424-X.
- Bärlund I. & Tattari S. 2001. Ranking of parameters on the basis of their contribution to model uncertainty. *Ecological Modelling*, 142 (1-2): 11 – 23.
- Cooke G. D., Welch E. B., Peterson S. A. & Nichols S. A. 2005. Restoration and management of lakes and reservoirs. Kolmas painos, Lewis Publishers. 591 s. ISBN 1-56670-625-4.
- Evans R. D. 1994. Empirical evidence of the importance of sediment resuspension in lakes. *Hydrobiologia* 284 (1) : 5–12.
- Frisk T. 1978. Järvien fosforimallit. *Vesihallituksen tiedotus* 146, Helsinki. 114 s. ISBN 951-46-3412-8.
- Granlund K., Rekolainen S., Grönroos J., Nikander A. & Laine Y. 2000. Estimation of the impact of fertilisation rate on nitrate leaching in Finland using a mathematical simulation model. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 80 (1-2): 1 – 13.
- Hagman A-M. 2005. *Sida crystallina* kesänaikainen sukkessio - kelluslehtikasvuston ja veden laadun merkitys vesikirppupopulaatiolle. Pro gradu -työ. Helsingin yliopisto. 50 s.
- Heikkilä K. 2008. Kirkkojärven sedimenttitutkimus. [Julkaisematon tutkimus].
- Hinkkanen K. 2006. Kuivakäymälän hoito ja käymäläjätteen käsittely. Käymäläseura Huussi ry, Tampere. 10 s. ISBN 952-91-9985-6.
- Hyytiäinen U-M. 2000. Tarkkaile kotijärveäsi. Havaitse ajoissa haitallinen rehevöityminen. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 9 s. [Julkaisematon moniste].
- Jungo E., Visser P. M., Stroom J. & Mur L. R. 2001. Artificial mixing to reduce growth of the blue-green alga *Microcystis* in Lake Nieuwe Meer, Amsterdam: an evaluation of 7 years of experience. *Water Science and Technology: Water Supply* 1 (1): 17 – 23.
- Kurkilähti M. & Rask M. 1999. Verkkokoekalastukset. Julkaisussa: Böhling P. & Rahikainen M. (toim.), Kalataloustarkkailu, periaatteet ja menetelmät. Helsinki. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki, s. 151 – 161. ISBN 951-776-187-2.
- Kääriäinen S. & Rajala L. 2005. Vesikasvillisuuden poistaminen. Julkaisussa: Ulvi T. & Lakso E. (toim.), Järvien kunnostus. Ympäristöopas 114. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. s. 249 – 270. ISBN 951-37-4337-3.
- Lappalainen K. M. 1990. Kunnostuksen ja hoidon ekologiset perusteet. Julkaisussa: Ilmavirta V. (toim.), Järvien kunnostuksen ja hoidon perusteet. Yliopistopaino, Helsinki. s. 45 – 53. ISBN 951-570-051-5.
- Lappalainen K. M. & Lakso E. 2005. Järvien hapetus. Julkaisussa: Ulvi T. & Lakso E. (toim.), Järvien kunnostus. Ympäristöopas 114. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. s.151 – 168. ISBN 951-37-4337-3.
- Linder J. 1997. Koskenkylänjoen kalastusalueen käyttö- ja hoitosuunnitelma – osa 1. Koskenkylänjoen kalastusalue. 71 s. + liitteet.
- Mattila H. 2005. Ulkoisen kuormituksen vähentäminen. Julkaisussa: Ulvi T. & Lakso E. (toim.), Järvien kunnostus. Ympäristöopas 114. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. s. 137 – 150. ISBN 951-37-4337-3.
- Mattsson T., Finér L., Kortelainen P. & Sallantausta T. 2003. Brook water quality and background leaching from unmanaged forested catchments in Finland. *Water, Air and Soil Pollution* 147 (1 – 4): 275 – 297.
- Nykänen A. Järvien sedimentin ja veden hapellisuuden nostaminen kalsiumperoksidin avulla. Esitys 4.3.2009 Suomen ympäristökeskuksessa innovaatiofoorumissa. Ympäristöekologian laitos, Helsingin yliopisto. www.ymparisto.fi > Vesivarojen käyttö > Vesistöjen kunnostus > Järvien kunnostus ja hoito > SYKE:n Innovaatioseminaari 4.3.2009. Viitattu 10.11.2009, päivitetty 20.7.2009.
- Oravainen R. 2005. Fosforin kemiallinen saostus. Julkaisussa: Ulvi T. & Lakso E. (toim.), Järvien kunnostus. Ympäristöopas 114. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. s.191 – 202. ISBN 951-37-4337-3.
- Penttilä S. (toim.) 2002. Uudenmaan järvien tehokalastusprojekti. Kala- ja riistahallinnon julkaisuja 61/2002. Maa- ja metsätalousministeriö. Printlink, Helsinki. 118 s. ISBN 952-453-080-5.
- Penttilä S. (toim.) 2000. Rehevöityneiden järvien tehokalastusprojekti Uudellamaalla ja Itä-Uudellamaalla: Väliraportti järvien tilasta, kuormituksesta ja kunnostuksesta vuosina 1998 – 1999. Uudenmaan ympäristökeskus ja Uudenmaan työvoima ja elinkeinokeskus, Helsinki. Uudenmaan ympäristökeskuksen monisteita 71. 84 s. ISBN 952-5237-54-0.

- Perrow M. R., Jowitt A. D. J., Stansfield J. H. & Phillips G. L. 1999. The practical importance of the interactions between fish, zooplankton and macrophytes in shallow lake restoration. *Hydrobiologia* 395–396: 199 – 210.
- Pietiläinen O-P. & Räike A. 1999. Typpi ja fosfori Suomen sisävesien minimiravinteina. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 313. 64 s. ISBN 952-11-0503-8.
- Puustinen M. & Jormola J. 2003. Kosteikot ja laskeutusaltaat. Maatalouden ympäristötuen erityistuet. Maa- ja metsätalousministeriö, Helsinki. 11 s.
- Ranta E., Jokinen O. ja Palomäki A. 2007. Hiidenveden pistekuormittajien yhteistarkkailun yhteenveto vuodelta 2006. Julkaisu 168. Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry.
- Rekolainen S., Pitkänen H., Bleeker A. & Siettske F. 1995. Nitrogen and phosphorus fluxes from Finnish Agricultural Areas to the Baltic Sea. *Nordic Hydrology* 26 (1): 55 – 72.
- Sammalkorpi I. & Horppila J. 2005. Ravintoketjukurinnot. Julkaisussa: Ulvi T. & Lakso E. (toim.), Järvien kunnostus. Ympäristöopas 114. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. s.169 – 189. ISBN 951-37-4337-3.
- Shapiro J. 1980. The importance of trophic-level interactions to the abundance and species composition of algae in lakes. Julk.: Barica J. & Mur L. R. (toim.), Hypertrophic ecosystems. Dr. W. Junk Publishers, s. 105-116. ISBN 90-6193-752-3.
- Tattari S., Bärnlund I., Rekolainen S., Posch M., Siimes K., Tuhkanen H-R. & Yli-Halla M. 2001. Modeling field scale sediment yield and phosphorus transport in Finnish clayey soils. *Transactions of the ASAE* 44 (2): 297 – 307.
- Toivonen V. 2008. Selvitys Myrskylänjoen yläosan kunnostustarpeista. Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki. Uudenmaan ympäristökeskuksen raportteja 7/2008. 29 s. ISBN 978-952-11-3124-0.
- Tulisalo U. 1998. Taloudellisesti ja ekologisesti kestävään lannoitukseen. *Käytännön Maamies* 47 (2): 4-7.
- Tulonen J., Järvenpää T. & Westman K. 1999. Julk.: Böhling P. & Rahikainen M. (toim.) Kalataloustarkkailu. Periaatteet ja menetelmät. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki. 301 s. ISBN 951-776-187-2.
- Tulonen J., Erkamo E., Järvenpää T., Westman K., Savolainen R. ja Mannonen A. 1998. Rapuvedet tuottaviksi. Riistan- ja kalantutkimus. Riistan- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki. 131 s. ISBN 951-776-167-8.
- Uusikämpä, J. & Palojärvi, A. 2006. Suojakaistojen tehokkuus kevätiljajamilla ja laitumella. Julkaisussa: Virkajärvi, P. & Uusikämpä, J. (toim.). Laitumen ja suojavyöhykkeiden ravinnekierto ja ympäristökuormitus. MTT, Jokioinen. Maa- ja elintarviketalous 76. s.101-137.
- Valpasvuo-Jaatinen P. 2003. Suojavyöhykkeiden perustaminen ja hoito. Maatalouden ympäristötuen erityistuet. Maa- ja metsätalousministeriö, Helsinki. 11 s.
- VEPS-järjestelmä: 22.5.2006 (päivitetty) www.ymparisto.fi/palvelut >Tietojärjestelmät ja aineistot > Vesistö-kuormituksen arviointi- ja hallintajärjestelmä VEPS. [viitattu 7.1.2009]
- Viinikkala J., Mykkänen E. & Ulvi T. 2005. Ruoppaus. Julkaisussa: Ulvi T. & Lakso E (toim.), Järvien kunnostus. Ympäristöopas 114. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. s.211 – 226. ISBN 951-37-4337-3.
- Vollenweider R. A. 1976. Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication. *Memorie dell'istituto italiano di idrobiologia* 33 (2): 53 – 83.
- Wetzel R. G. 2001. Limnology. Lake and river ecosystems. Academic Press. 1006 s. ISBN 0-12-744760-1.
- Ympäristöministeriö 2009. 30.6.2009 päivitetty Kotieläintalouden ympäristönsuojeluohje. www.ymparisto.fi > Ympäristöministeriö > Ajankohtaista > Tiedotteet > Tiedotteet 2009 > Ympäristöministeriön ohjeella yhtenäistetään kotieläintalouden ympäristönsuojelua. [viitattu 3.12.2009].
- Ympäristöministeriö 2003. Hevostallien ympäristönsuojeluohje 4.11.2003. Ympäristöministeriö, Helsinki. Ympäristöministeriön moniste 121. 27 s.

LIITTEET

LIITE I (1/2)

Liite I.
Kysely Kirkkojärven tavoitetilan määrittämiseksi
Kysely olisi hyvä tehdä ryhmätyönä.

Vastaaja Myrskylän kunta
taho:

Vastaajat: ympäristönsuojelusihteri Tommi Maasilta
vs. talonrakennusmestari Mikko Häkkinen

Nykytila:

Aluksi toivomme teidän miettivän Kirkkojärven ominaisuuksia. Millaisia ne ovat nyt?

Kirkkojärven parhaat ominaisuudet:

1. Mitkä asiat tekevät kotijärvestänne ainutlaatuisen ja/tai tärkeän?

- Keskeinen sijainti Kirkonkylän välittömässä läheisyydessä
- Maisemallinen arvo asutuskeskittymälle
- Merkitys virkistyskalastukselle
- muu merkitys virkistykseen
- Ranta-alueille tuleva uusi asutus, kuten Kartanonmäen kaava-alue

Kirkkojärven huonoimmat ominaisuudet:

2. Mitä asioita pitäisi muuttaa järven valuma-alueella ja itse järvessä (esim. järven käytön ja järven "itseisarvon" kannalta)? Laittakaa muutettavat asiat tärkeysjärjestykseen.

Valuma-alue: Hajakuormituksen vähentäminen: maatalous, haja-asutus. Kosteikon toiminnan parantamisen selvittäminen Sopajärvi-Kirkkojärvi.

Järvi: Vedenlaadun parantaminen, ravinnepitoisuuksien pienentäminen ja leväkukintojen esiintymisen vähentäminen

Tavoitetila:

Kuvitelkaa, että järven kunnostukseen olisi käytettävissä rajattomasti niin taloudellisia kuin henkilöresursseja. Toimenpiteitä voitaisiin käyttää vapaasti eikä niiden toteuttamisen esteenä olisi asianosaisten vastustus tai lainsäädäntö. Tarvittaessa voitaisiin myös kehittää uusia kunnostusmenetelmiä.

3. Millainen olisi Kirkkojärvi kunnostuksen jälkeen vuonna 2020?

Miettikää ainakin seuraavia tekijöitä: maisemaa, vesikasvillisuutta, kalastoa, vedenlaatua ja valuma-alueen ominaisuuksia, järven arvoa nykyään ja tulevaisuudessa ja sen itseisarvoa.

Maisema: Koskematon metsä järven etelärannalla (ei voida vaikuttaa sillä yksityismetsiä).

Vesikasvillisuus: Ei lisäännä nykyisestä / pysyy aisoissa

Kalasto: Ei liikaa "roskakalaa", kannattaa kysyä kalastuskunnalta

Vedenlaatu: ravinnepitoisuudet ovat laskeneet huomattavasti, vesi kirkastunut

Valuma-alueen ominaisuudet: Peltoviljely rantojen läheisyydessä vähentynyt, ravinne- ja kiintoainekuormitus vähentynyt huomattavasti.

Järven arvo nykyään: Korkea.

Järven arvo tulevaisuudessa: Korkeampi kuin nykyään, mm. uutta tasokasta rakentamista tullut ranta-alueille.

Järven itseisarvo: Korkea, sillä Myrskylä ei kovin järvirikasta aluetta.

Taulukko x. Suhtautuminen eri kunnostustapoihin.

	Täysin samaa mieltä	Osittain samaa mieltä	En osaa sanoa	Osittain eri mieltä	Täysin eri mieltä
Tehokalastusta on syytä jatkaa, vaikka se ei parantaisi veden laatua.				x	
Vesikasvit haittaavat virkistyskäyttöä enemmän kuin antavat maisemallista ilmettä.				x	
Toimenpiteitä voidaan kohdistaa pelkästään valuma-alueelle, jos ulkoinen kuormitus on liian suurta.	x				
Jos ulkoinen kuormitus on liian suurta, järveen kohdistuvat toimenpiteet eivät ole riittäviä.	x				
Kunnostuksen vaikutukset pitää nähdä nopeasti.				x	
Järvikunnostus on hidasta ja pitkäjänteistä toimintaa.	x				
Ennen kunnostusta on tärkeää selvittää järven tila.	x				
Myös uusia, kokeellisella asteella olevia kunnostusmenetelmiä voidaan käyttää.		x			

Liite 2.
Tulkinta-avain maankäyttökarttaan

CLC2000 maankäyttö/maanpeite (25m)

	111 Tiiviisti rakennetut asuinalueet
	112 Väljästi rakennetut asuinalueet
	121 Teollisuuden ja palveluiden alueet
	122 Liikennealueet
	123 Satama-alueet
	124 Lentokenttäalueet
	131 Maa-aineisten ottoalueet
	132 Kaatopaikat
	133 Rakennustyöalueet
	141 Taajamien viheralueet ja puistot
	142 Urheilu- ja vapaa-ajan toiminta-alueet
	211 Pellot
	222 Hedelmäpuu- ja marjapensasviljelmät
	231 Laidunmaat
	243 Pienipiirteinen maatalousmosaiikki
	311 Lehtimetsät
	312 Havumetsät
	313 Sekametsät
	321 Luonnonniityt
	322 Varvikot ja nummet
	324 Harvapuustoiset alueet
	331 Rantahietikot ja dyynialueet
	332 Kalliomaat
	333 Niukkakasvustoiset kangasmaat
	411 Sisämaan kosteikot
	412 Avosuot
	421 Merenrantakosteikot
	511 Joet
	512 Järvet
	523 Meri

Liite 3. Ympäristöhallinnon VEPS-tietojärjestelmä

teksti lainattu VEPS:istä (www.ymparisto.fi/)

Suomen ympäristökeskuksessa on kehitetty vesistökuormituksen arviointiin VEPS-järjestelmä (<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=185329&lan=FI>), jonka avulla voidaan arvioida 3. jakovaiheen vesistöalueilla eri kuormituslähteiden suuruutta. Vesistöt on jaettu Suomessa 74 päävesistöalueeseen, jotka jakautuvat osa-alueiksi (1. jakovaihe). Nämä taas jakautuvat yhä pienemmiksi (2. jakovaihe) ja pienemmiksi (3. jakovaihe). Neljäs jakovaihe vastaa järven omaa valuma-aluetta.

VEPS-järjestelmä arvioi pistekuormituksen, maatalouden, metsätalouden, luonnonhuuhtouman, laskeuman ja haja-asutuksen aiheuttaman kuormituksen. VEPS:llä voidaan arvioida kokonaistypen ja -fosforin kuormat vuositasolla ($\text{kg/km}^2/\text{a}$).

Erityisen tärkeää on muistaa, että VEPS-järjestelmä pystyy tuottamaan ainoastaan suuntaa-antavaa tietoa eri hajakuormituslähteiden suuruudesta. Maankäyttömuodot saadaan 3. jakovaiheen vesistöalueiden tarkkuudella, kun taas useimmat käytetyt laskentamenetelmät on arvioitu suurempien alueiden aineistojen (esim. metsätilastolliset toimenpiteet) perusteella. Laskennoissa käytetyt regressiokaavat (esim. luonnonhuuhtouma), suorat mitaushavainnot (esim. laskeuma) sekä mallinnustulokset (esim. maatalous) perustuvat suhteellisen suppeaan aineistoon, joka on alueellistettu kattamaan kaikki 3. jakovaiheen vesistöalueet. VEPS ei huomioi ravinteiden sedimentoitumista vesistöihin. Tuloksiin on syytä suhtautua kriittisesti ja hyödyntää tulosten tulkinnessa paikallista asiantuntemusta, Herta-tietojärjestelmän vedenlaatutietoa ja karttapohjaista tausta-aineistoa alueen hydrologisista ja morfologisista tekijöistä. Vertailu muiden mallityökalujen antamiin tuloksiin on erittäin suotavaa.

Pistekuormituksen osalta VEPS-järjestelmän lähtötiedot perustuvat Valvonta ja kuormitustietojärjestelmän (VAHTI) tuottamiin laitoskohtaisiin tietoihin. VAHTI on osa Ympäristönsuojelun tietojärjestelmää (YSL 27§) ja siihen tallennetaan tietoja mm. ympäristölupavelvoitusten luvista ja päästöistä vesiin ja ilmaan sekä jätteistä. Tietojärjestelmä tuottaa perustiedot valtakunnantason ympäristökuormituksesta ilmaan ja vesiin sekä jätetiedot. Tietojärjestelmä sisältää ympäristökuormitustietoja 1970-luvulta lähtien. Sektori-(jätevesi, ilma, jäte) ja parametrikohtaisesti tietojen esiintyminen vaihtelee runsaasti. Tietojen luotettavuus aikasarjoissa vaihtelee. Ympäristökuormitustiedot ilmoitetaan yleisesti vuosiarvoina, eräiden tietojen osalta kuitenkin kuukausiarvoina. Toimialoja ovat: asutus, jätteenkäsittely, kalankasvatus, saastuneet maa-alueet, teollisuus ja liikenne. Liikenteellä tarkoitetaan lentokenttien jätevesiä. Vahti-järjestelmään ei ole kattavasti tallennettu vuosikuormituksia turvetuotantoalueista, kaatopaikoista, turkistarhoista ja karjasuojista.

Peltoviljelyn aiheuttaman fosforikuormituksen laskenta perustuu matemaattisella ICECREAM-mallilla (Tattari et al., 2001; Bärlund ja Tattari, 2001) laskettuihin kuormituslukuihin. Kokonaistyyppikuorma perustuu VEPS1-version SOIL-N simulointituloksiin (Granlund et al., 2000). ICECREAM-simulointiajot on tehty viiden, eri puolella Suomea sijaitsevan ilmastoaseman vuosien 1990 – 2000 meteorologisten havaintojen perusteella. Vesistöalueen kuormituksen laskennassa käytetty ilmastoasema on valittu lähinnä aseman läheisyyden perusteella. Kuormitustulokset edustavat pitkäaikaista (10 v.) keskimääräistä kuormitusta, eikä tuloksia voida käyttää esim. hydrologisesti erilaisten vuosien kuormitusarviointiin.

Peltojen kasvilajitietona on käytetty TIKEn v. 2002 kuntatiloista saatua kasvitietoa ja maalajitieto perustuu Viljavuuspalvelun peltojen pintamaan maalajitietoon. Kullekin kunnalle on määritetty aineiston perusteella vallitseva maalaji, kun taas kasvitiedoista on laskettu kunkin kasvilajin prosenttiosuuden mukaan ns. alueella kasvava keskimääräinen kasvi. Näiden tietojen perusteella on laskettu peltojen kaltevuustiedon avulla (DEM, 25 x

25 m) kullekin 3. jakovaiheen vesistöalueelle ominaiskuormitusarvio hyödyntäen edellä mainittuja mallituloksia. Pitkäaikaisista seurantaprojekteista ja maatalouskoekenttien tuloksista on laskettu suhteellisen laajat vaihteluvälit sekä fosforin että typen kuormitukselle ja simuloidut kuormitusarvot on skaalattu tähän vaihteluväliin (Rekolainen et al, 1995).

Metsätaloustoimenpiteiden vesistökuormitus lasketaan VEPS-järjestelmässä metsätilastojen ja eri tutkimuksista saatujen metsätalouden toimenpiteiden ominaishuuhtoutumatarvojen avulla. Vuotuiset metsätalouden toimenpidetiedot on saatu Metsäntutkimuslaitokselta. Kuormituslaskelmat tehtiin erikseen ojituksen, kunnostusojituksen, raskaasti muokattujen uudistushakkuiden, kevyemmin muokattujen uudistushakkuiden, kivennäismaiden typpilannoituksen ja turvemaiden fosforilannoituksen fosfori- ja typpihuuhtoutumista. Vaikka myös muista toimenpiteistä, kuten muokkaamattomista uudistushakkuista ja metsätilojen rakentamisesta voi tulla kuormitusta, katsottiin se tässä tarkastelussa merkityksettömäksi valuma-alueittain ilmoitettu metsätilastotieto on muunnettu koskemaan kuutta pää-vesistöaluetta: 4= Vuoksen vesistöalue, 14= Kymijoen vesistöalue, 35= Kokemäenjoen vesistöalue, 59= Oulu-joen vesistöalue, 65= Kemijoen vesistöalue ja 67= Tornionjoen- ja Muonionjoen vesistöalue. Tämän lisäksi laskettiin erikseen Suomenlahteen, Saaristomereen, Selkämereen, Perämereen, Vianmereen ja Jäämereen laskevien pienempien vesistöjen kuormitus. Toimenpiteiden määrien oletettiin jakautuvan tasaisesti koko metsäkeskuksen maapinta-alalle. Vesistöalueen tai vesistöaluejoukon (esim. Suomenlahteen laskevat pienet vesistöalueet) kokonaiskuormitus metsätaloudesta jaetaan tasaisesti koko vesistöalueen metsätalousmaalle. VEPS-järjestelmä käyttää tätä lukua osaluueiden kuormituksena. Yksittäisen kuormittavan tapahtuman vaikutuksen oletettiin eräin poikkeuksin kestävän 10 vuotta.

Luonnonhuuhtoutumalla ymmärretään metsämaaperästä, soilta ja pelloilta luonnontilassa vesistöihin joutuvaa kuormitusta. VEPSissä kokonaisravinteiden luonnonhuuhtoutumatarvioitaan perustuen 42 luonnontilaiselta, pieneltä valuma-alueelta mitattuun keskimääräiseen huuhtoutumaan Suomen eri osissa (Mattson et al., 2003 ja Kortelainen et al., in prep.). Tässä tehtävä yleistyksen perustuu siihen, että kokonaisravinteiden huuhtoutuminen riippuu turvemaiden osuudesta valuma-alueilla.

Erityisesti kivennäismaavaltaisilla alueilla (joilla turvemaiden osuus < 30 %) luonnonhuuhtoutumassa Etelä- ja Pohjois-Suomen välillä on tasoero. Etelä-Suomessa typen luonnonhuuhtoutumaa lisää mm. viljavampi maaperä ja korkeampi typpilaskeuma. Turve- maavaltaisilla alueilla (> 30 %) aineiston hajonta on merkittävää eikä selkeää eroa maan eri osien välillä voitu havaita. Turvemaiden/kivennäismaiden osuutta valuma-alueesta käytetään laskennassa siis indeksinä, johon integroidaan monien muidenkin tekijöiden, mm. ilmaston ja hydrologian osuutta alueellisesta vaihtelusta.

Suomen ympäristökeskus (SYKE) mittaa kansallisena seurantaohjelmassa sadeveden ainepitoisuuksia ja kokonaislaskeumaa (ns. bulk-laskeuma), joka koostuu sateen mukana tulevasta märkälasseumasta sekä keräimeen laskeutuvista leijuista hiukkasista eli kuivalasseumasta. Suurin osa laskeumanäytteen ilmaperäisistä epäpuhtauksista on yleensä märkälasseumasta peräisin. Koko maan kattavassa asemaverkossa mittausasemat on pääosin sijoitettu haja-asutusalueille. Näillä mittausalueilla ei ole merkittäviä pistemäisiä ilman epäpuhtauksien päästölähteitä, joten mittauksilla on pyritty havainnoimaan ns. taustalasseuille sateen mukana tulevan ainekuormituksen perustasoa. SYKE mittaa tällä hetkellä kokonaislaskeumaa 14 havaintoasemalla. VEPSin laskeumatiedot perustuvat näihin mittauksiin. VEPS:ssä kullekin aluekeskukselle on määritetty ominaislaskeuma perustuen alueella sijaitsevien laskeumaseuranta-asemien vuotuisiin laskeumakeskiarvoihin. Kunkin 3. jakovaiheen vesistöalueen ominaiskuormitusarvo on arvioitu näiden tietojen perusteella. Laskeuman vuotuiset vaihtelut sekä alueelliset erot voivat olla suuria, kokonaistypen laskeuma-arvot vaihtelevat 188 – 1042 mg /m² /a ja kokonaisfosforin 4 – 25 mg /m² /a . Vaihtelua voi aiheuttaa sadannan vuosien väliset ja vuoden sisäiset vaihtelut sekä typen osalta

myös päästöjen vähentyminen viimeisen 10 – 15 vuoden aikana. Korkeimmat laskeuma-arvot mitataan Etelä- ja Länsi-Suomessa, missä Suomen omien päästöjen ja kaukokulkeuman vaikutus on suurin. Laskeuma-arvot, erityisen typen osalta, pienenevät pohjoista kohti mentäessä kun etäisyys suurempiin päästöalueisiin kasvaa.

Turvetuotantolaitosten perustiedot löytyvät VAHTI-tietojärjestelmästä, mutta toistaiseksi päästötiedot puuttuvat järjestelmästä. Kuormitustiedot on tarkoitus päivittää VAHTI-tietojärjestelmään v. 2004 aikana. Toistaiseksi, tietojen puuttuessa, kuormitus on VEPS:ssä arvioitu laskennallisesti ominaiskuormitusarvioiden avulla. Nykyisessä VEPS-järjestelmässä turvetuotantoalueiden sijainti ja laajuus arvioidaan satelliittikuviin pohjautuvasta maankäyttö- ja puustotulkinnasta. Kuormituksen laskennassa käytetään turvetuotannon ominaiskuormituksen oletusarvona 0,27 kg/ha/a fosforille ja 10 kg/ha/a typelle. Turvetuotannon aiheuttamalle vesistökuormitukselle on ominaista suuret vuotuiset vaihtelut johtuen tuotannon vaiheesta ja valuntaolosuhteista. Turpeen erilainen laatu ja kuivausvesien erilaiset käsittelymenetelmät aiheuttavat myös eroja kuormituksessa.

Uudessa VEPS:ssä haja-asutustiedot perustuvat vuoden 2000 tilastoihin (Rakennus- ja huoneistorekisteri 2000). Tilastoista ilmenee viemäriverkostoon liittymättömien asukkaiden ja asuinhuoneistojen määrä haja-asutusalueilla ja taajamissa. Haja-asutuksen ominaiskuormitusarvio perustuu tutkimustuloksiin varustetasoltaan erilaisten haja-asutusten kuormituksesta. Vesistökuormitusta vähentävänä tekijänä luvuissa on lisäksi jo otettu huomioon arvioitu keskimääräinen jäteveden purkupaikan etäisyys vesistöstä. Käytetyistä yleistyksistä johtuen näitä ominaiskuormituslukuja on käytettävä varoen, erityisesti kun arvioidaan vesistö-kuormitusta pienillä, 3. jakovaiheen vesistöalueilla.

Rakennettu ympäristö muuttaa vesistöjä ja lähiympäristön vesiolosuhteita merkittävästi. Kaupunkiympäristössä kadut, pihat ja katot estävät veden imeytymisen maahan ja syntynyt hulevesi aiheuttaa maa-aineksen, ravinteiden, metallien ja haitallisten aineiden huuhtoutumista. VEPS:ssä hulevesien aiheuttamaa ravinne-kuormaa arvioidaan havaittujen laskeumatietojen perusteella. Järjestelmässä oletetaan, että 20 %:ia laskeuman typpi- ja fosforikuormasta kulkeutuu vesistöihin hulevesien mukana. VEPS-järjestelmän hulevesien ravinnepäästöjen laskentamenetelmä on epätarkka ja tuloksiin on syytä suhtautua varauksella.

KUVAILULEHTI

Julkaisija	Uudenmaan ympäristökeskus	Julkaisuaika	
		Joulukuu 2009	
Tekijä(t)	Anne-Marie Hagman		
Julkaisun nimi	Myrskylän Kirkkojärven kunnostussuunnitelma		
Julkaisusarjan nimi ja numero	Uudenmaan ympäristökeskuksen raportteja 18/2009		
Julkaisun teema			
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut	Julkaisu on saatavana myös internetistä: http://www.ymparisto.fi/uus/julkaisut		
Tiivistelmä	<p>Uudenmaan ympäristökeskus aloitti kuntakohtaisen järvikunnostusohjelman vuonna 2001. Vuonna 2006 ohjelmaa jatkettiin uudelleen ja mukaan tuli useita kuntia. Myrskylän kunta tuli ohjelmaan mukaan vuonna 2007. Kohteeksi valittiin Myrskylän keskustassa sijaitseva Kirkkojärvi, jolle tehtiin yhteistyöprojektina perustilan selvitys, kuormitusselvitys ja näihin pohjautuva kunnostussuunnitelma.</p> <p>Kirkkojärvi on pinta-alaltaan 158 ha ja kuuluu Koskenkylänjoen vesistöalueeseen. Valuma-alueen pinta-ala on 4 971 ha eli 49,71 km². Valuma-alueella on runsaasti peltoja ja asutusta. Kirkkojärveen on johdettu käsiteltyjä jätevesiä vuoteen 1976 saakka. Vedenlaatu on ollut aiemmin huonompi kuin nykyään silloisesta kuormituksesta johtuen.</p> <p>Kirkkojärveen kohdistuu laskennallisesti arvioituna erittäin paljon ulkoista kuormitusta. Järven kunnostuksessa on tärkeintä ulkoisen kuormituksen vähentäminen. Ulkoista kuormitusta tulee eniten peltoviljelystä, joten on maatalouden kuormituksen vähentäminen on erittäin tärkeää.</p> <p>Kalasto on särkikalavaltainen, ja sen rakennetta on yritetty muuttaa tehokalastamalla. Kyseistä toimenpidettä suositellaan jatkettavan. Lisäksi suositellaan verkkojen solmuväliksi 55 mm ja kuhan alimitaksi 50 cm. Kasvillisuutta voidaan poistaa luusuan edustalta ja muiltakin rannoilta, jos se haittaa virkistyskäyttöä.</p> <p>Talviaikainen hapetus on varteenotettava kunnostusmenetelmä Kirkkojärvelle. Järvelle esitetään tehtäväksi tarkempi hapetussuunnitelma, mistä ilmenee juuri kyseiseen järveen teholtaan ja muilta ominaisuuksiltaan sopiva laitteisto, järven hapetustarve ja laitteen sijainti. Kirkkojärven ja Sopajärven välissä olevalle Myllysuolle ehdotetaan kosteikkosuunnittelua, jossa selvitetään mm. kosteikkoalueen mitoitus, toimivuus, rakenteet ja veden virtaussuunnat.</p> <p>Sopajärvi on Kirkkojärven tavoin rehevä järvi, joka kärsii suuresta ulkoisesta kuormituksesta ja talviaikaisista happikadoista. Jos Sopajärvestä vapautuu sisäisen kuormituksen takia ravinteita, lisäävät ne Kirkkojärven ulkoista kuormitusta. Kosteikko voi vähentää tätä, mutta myös Sopajärven tilaa ja kunnostustarvetta kannattaa selvittää.</p> <p>Veden laadun seuranta on erittäin tärkeää, jotta eri menetelmien vaikutukset järven tilaan nähdään ajoissa.</p>		
Asiasanat	vesistöjen kunnostus, järvet, rehevöityminen, seuranta, kuormitus, Myrskylä		
Rahoittaja/ toimeksiantaja	Rahoittajan nimi Myrskylän kunta ja Uudenmaan ympäristökeskus		
	ISBN	ISBN 978-952-11-3654-2 (PDF)	ISSN ISSN 1796-1742 (verkkoy.)
	Sivuja 48	Kieli Suomi	Luottamuksellisuus Julkinen
Julkaisun myynti/ jakaja			
Julkaisun kustantaja	Uudenmaan ympäristökeskus, Asemapäällikönkatu 14, PL 36, 00521 Helsinki. Puh. 020 490 101 (vaihe), 020 690 161 (asiakaspalvelu). Faksi 020 490 3200. Sähköposti: kirjaamo.uus@ymparisto.fi, Internet: www.ymparisto.fi/uus		
Painopaikka ja -aika			

PRESENTATIONSBLAD

Utgivare	Nylands miljöcentral	Datum December 2009	
Författare	Anne-Marie Hagman		
Publikationens titel	Myrskylän Kirkkojärven kunnostussuunnitelma (Istandsättningsplan för sjön Kirkkojärvi i Mörskom)		
Publikationsserie	Nylands miljöcentrals rapporter 18/2009		
Publikationens tema			
Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt	Publikationen finns tillgänglig på internet: http://www.miljo.fi/uus/publikationer		
Sammandrag	<p>Nylands miljöcentral inledde ett program för istandsättning av sjöar tillsammans med kommunerna år 2001. Arbetet återupptogs 2006 och då med ett större antal kommuner. Mörskom kommun kom med i samarbetet 2007. Sjön Kirkkojärvi i Mörskom centrum utvaldes som första objekt. Sjöns status och belastning utreddes och utifrån dessa utarbetades en istandsättningsplan.</p> <p>Sjön Kirkkojärvi har en areal om 158 ha och ligger inom Forsbyåns avrinningsområde, vars areal är 4 971 ha eller 49,71 km². Andelen åkerareal och bosättning är stor inom avrinningsområdet. Behandlat avloppsvatten leddes ut i sjön fram till 1976. Till följd av denna belastning var vattenkvaliteten tidigare sämre än den är i dag.</p> <p>Den beräknade yttre belastningen på Kirkkojärvi uppskattas vara mycket stor. Den viktigaste istandsättningsåtgärden är därför att minska den yttre belastningen, som till största del härstammar från åkerarealen. Det är följaktligen ytterst viktigt att minska närsaltsbelastningen från jordbruket.</p> <p>Fiskbeståndet är mörtdominerat och det har man försökt ändra genom att bedriva intensivt fiske, vilket också rekommenderas i framtiden. Därtill rekommenderas en maskstorlek om 55 mm och en minsta tillåtna storlek på gös om 50 cm. Vegetationen kan avlägsnas vid utloppet och längs stränderna om den stör det friluftslivet.</p> <p>Syrsättning vintertid anses vara en lämplig istandsättningsmetod för Kirkkojärvi. Därför rekommenderas att en sjöspecifik syrsättningsplan görs upp så att valet av syrsättningsaggregat, dess placering samt syrsättningsbehovet lämpar sig för förhållandena i Kirkkojärvi. Vidare rekommenderas att en våtmarksplan görs upp för mossen Myllysuu mellan sjöarna Kirkkojärvi och Sopajärvi. I planen utreds våtmarkens dimensionering, funktion, konstruktion och vattnets strömriktning.</p> <p>Sjön Sopajärvi är likt Kirkkojärvi en näringsrik sjö, som lider av en stor yttre belastning och av syrebrist. Om närsalter frigörs till vattnet i Sopajärvi via inre belastning så leder det till ökad yttre belastningen på Kirkkojärvi. En våtmark kan reducera denna belastning, men även tillståndet i Sopajärvi och dess istandsättningsbehov borde utredas.</p> <p>Det är av stor vikt att vattenkvaliteten följs upp så, att effekten av olika istandsättningsmetoder uppdagas i tid.</p>		
Nyckelord	restaurering av vattendrag, sjöar, eutrofiering, uppföljning, belastning, Mörskom		
Finansiär/ uppdragsgivare	Mörskom kommun och Nylands miljöcentral		
	ISBN	ISBN 978-952-11-3654-2 (PDF)	ISSN 1796-1742 (online)
	Sidantal 48	Språk Finska	Offentlighet Offentlig
Beställningar/ distribution			
Förläggare	Nylands miljöcentral, Stinsgatan 14, PB 36, 00521 Helsingfors. Tel. +358 20 490 101 (växel), 020 690 161 (kundservice). Fax +358 20 490 3200. E-post: kirjaamo.uus@ymparisto.fi , Internet: www.miljo.fi/uus		
Tryckeri/ tryckningsort och -år			

Myrskylän kunta tuli mukaan Uudenmaan ympäristökeskuksen vetämään kuntakohtaiseen järvikunnostusohjelmaan vuonna 2007. Kohteeksi valittiin Myrskylän keskustassa sijaitseva Kirkkojärvi, jolle tehtiin yhteistyöprojektina perustilan selvitys, kuormitusselvitys ja näihin pohjautuva kunnostussuunnitelma.

Kirkkojärvi on pinta-alaltaan 158 ha ja kuuluu Koskenkylänjoen vesistöalueeseen. Sen valuma-alueella (49,71 km²) on runsaasti peltoja ja asutusta. Järveen on johdettu käsiteltyjä jätevesiä vuoteen 1976 saakka, minkä vuoksi vedenlaatu on ollut aiemmin huonompi kuin nykyään. Laskennallisesti arvioituna Kirkkojärveen tulee erittäin paljon ulkoista fosforikuormitusta.

Kunnostuksessa on tärkeintä ulkoisen kuormituksen vähentäminen. Kalasto on särkilavaltaisen, ja sen rakennetta on yritetty muuttaa tehokalastamalla. Kyseistä toimenpidettä suositellaan jatkettavan. Kasvillisuutta voidaan poistaa luusuan edustalta ja muiltakin rannoilta, jos se haittaa virkistyskäyttöä.

Talviaikainen hapetus on vartenotettava kunnostusmenetelmä Kirkkojärvelle. Järvelle esitetään tehtäväksi tarkempi hapetussuunnitelma. Kirkkojärven ja Sopajärven välissä olevalle Myllysuolle ehdotetaan kosteikkosuunnittelua, jossa selvitetään mm. kosteikkoalueen mitoitus, toimivuus, rakenteet ja veden virtaussuunnat. Sopajärvi on Kirkkojärven tavoin rehevä järvi ja myös sen tilaa ja kunnostustarvetta kannattaa selvittää.

Veden laadun seuranta on erittäin tärkeää, jotta eri menetelmien vaikutukset järven tilaan nähdään ajoissa.



UUDENMAAN
YMPÄRISTÖKESKUS
NYLANDS
MILJÖCENTRAL

Uudenmaan ympäristökeskus
PL 36, 00521 Helsinki
puh. 020 610 101 (vaihe)
puh. 020 690 161 (asiakaspalvelu)
www.ymparisto.fi/uus

ISBN 978-952-11-3654-2 (PDF)

ISSN 1796-1742 (verkkokj.)